

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ- TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

**Hornicko - geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství**

Vliv zemědělství na kvalitu povrchových vod

Bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:
Konzultant:

Vojtěch Olbrecht
Ing. Iva Bestová, Ph.D.
Ing. Vojtěch Olbrecht, CSc.

Ostrava 2010

Prohlašuji že,

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35- využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60- školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB- TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB- TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěné v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB- TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo- bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2010

.....
Vojtěch Olbrecht

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě dne 30. 4. 2010

.....
Vojtěch Olbrecht

Anotace

Zemědělská půda tvoří v ČR 54 % výměry státu, se zorněním 74 %. ČR je označována jako střecha Evropy a změny v zemědělských praktikách mohou významně ovlivnit kvalitu vod v řekách odvodňující území státu. Voda nadmíru zatížená dusičnany byla analyzována na 40 % zemědělsky využívaného území ČR. Na znečištění vodních zdrojů ze zemědělské výroby se značně podílí spotřeba minerálních hnojiv a pesticidů. Zemědělství nám vyrábí potravu, rozvíjí se a bude dál. Dosavadním chováním většinou přírodu ničí a stále zhoršuje životní prostředí.

Klíčová slova:

Zemědělství, orba, kvalita vod, dusičnany, hnojiva, pesticidy.

Summary

Agricultural land makes up 54 % of the area of the Czech Republic, ploughing 74 %. The CR is referred to as the roof of Europe and the changes in agricultural practise can significantly influence the quality of waters in rivers draining off the area of the country. Water exceedingly biased by nitrates was analyzed to cover 40 % of agriculturally utilized land of the CR. The consumption of mineral fertilizers and pesticides participates largely in polluting the water reserves. Agriculture produces food, develops and will develop. Agricultural activities destroy nature and still deteriorates the environment.

Keywords:

Agriculture, ploughing, water quality, nitrates, fertilizers, pesticides.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Přírodní činitelé	2
2.1 Eroze	2
2.2 Transport	2
2.3 Splach zemědělské půdy.....	3
2.4 Malý vodní cyklus	4
3. Antropogenní činitelé	4
3.1 Zdroje chemických látek	4
3.2 Znečištění podzemních vod	4
3.3 Zemědělské znečištění zdrojů vody.....	5
4. Účinky zemědělství na přírodní zdroje	5
4.1 Půda	5
4.2 Účinky hnojení	6
4.3 Účinky pesticidů.....	6
4.4 Účinky odpadů z živočišné produkce	9
4.5 Účinky agrochemických látek	9
4.6 Zemědělská krajina.....	10
5. Vliv hnojení a chemizace na kvalitu povrchových a podzemních vod	10
5.1 Dusičnany	11
Vyplavování dusičnanů.....	13
6. Odpadové hospodářství v zemědělství	17
6.1 Zemědělské odpady	17
6.2 Metody odpadového hospodářství v zemědělství	18
6.3 Odpad podle kategorie zařízení pro živý inventář.....	19
6.4 Vliv silážních šťáv a kejdy na kvalitu povrchových a podzemních vod	20
6.4 Znečištění odpadními vodami ze zemědělských provozů	21
7. Související problematiky.....	21
7.1 Šíření znečištění	21
7.1.2 Šíření znečištění ovzduším.....	22
7.1.3 Šíření znečištění v půdním prostředí	23
7.1.4 Transport znečištění v povrchových vodách.....	25
7.2 Eutrofizace povrchových vod	25
7.3 Samočisticí schopnost	28
7.3.1 Fyzikální činitele samočištění	28
7.3.2 Chemické činitele samočištění vody	29
7.3.3 Biologické činitele samočištění	31
8. Dusík, Fosfor	33
8.1 Fosfor	33
8.2 Dusík	34
9. Zhodnocení vlivu zemědělství na kvalitu povrchových vod	36
10. Praktická část.....	38
Bílovka.....	38
Popis stavu toku	38
Vzorkování toku.....	46

11. Závěr	47
<i>Vyhodnocení zjištěných hodnot sledovaných ukazatelů</i>	<i>48</i>
12. Zdroje	51
13. Seznam obrázků	52
14. Seznam grafů	53
15. Seznam tabulek	53
16. Seznam map	53

1. Úvod

Zemědělství změnilo ráz krajiny na mnohem větších plochách než jiná činnost lidí. Lidé vypalovali rozsáhlé plochy, aby rozšířili pozemky. Rozvoj zemědělství vedl k nesmírnému ničení lesů. Za posledních 10 000 let člověk vykácel 2/3 původní lesní pokrývky Země. Vykácení lesů vyvolalo změny v povrchovém odtoku, které se projeví zejména ve větší intenzitě svahových a říčních pochodů. Rychlý povrchový odtok je příčinou vzniku sesuvů, bahenních proudů a urychlené eroze půdy. Při přeměně přírodní krajiny na zemědělskou rozoráváním půd dochází k podstatným změnám v krajině. Důsledkem je opět eroze – rozorané pozemky vysušené sluncem, nedokážou odolávat vodě ani větru -> dochází k urychlenému odnosu půdy.

Voda, obdobně jako půda a vzduch je nenahraditelná a existenčně naprosto nezbytná složka pro život všech organismů. Proto má péče o vodní zdroje zásadní význam.

Odpovědné využívání a ochrana vody jsou celospolečenskou a celosvětovou záležitost. V podmínkách naší republiky zemědělství a lesní hospodářství obhospodařují 90% krajiny, tak zůstává značná část zodpovědnosti především na nich. Obdobně jako v zemědělství a lesním hospodářství i ve vodním hospodářství se pro vlastní účely využívá pouze část zdrojů, zbylé plní f-ce sociální a přírodní, které je třeba také plně respektovat. Tyto f-ce sice nejsou v zásadním protikladu, ale budou tyto f-ce plnit jen za předpokladu, že se jejich přírodní charakter nebude příliš měnit, tzn. že voda zůstane čistá, s dobrým kyslíkovým i tepelným režimem, vodní toky nebudou upravovány bez ohledu na ekologická hlediska a stav okolní krajiny, vodní režim krajiny nebude poškozován nesprávnou delimitací půdního fondu, odlesňováním svahových ploch, špatným hospodařením v lesích, nesprávným rozmísťováním zemědělských kultur, špatným zpracováním půdy, znečišťováním vod zemědělskými odpady, nesprávnou aplikací pesticidů aj.

Vliv zemědělského hospodaření na čistotu povrchové i podzemní vody je dobře znám. Málo se však hovoří o souvislosti mezi zemědělstvím a množstvím podzemní a povrchové vody. Odstraní-li se z krajiny prvky, jako mokřady, meze a zasakovací pásy, dochází k rychlému odtoku vody, erozi a zatěžování vodních toků splavenou půdou s vysokým obsahem živin. Nepřítomnost retenčních a protierozních krajinných prvků (mezí, luk, mokřadů, přirozených vodních toků a jejich niv), stejně jako chybějící kondenzační místa (zejména vzrostlé dřeviny), kde se voda může vysrážet ze vzduchu a vsakovat do půdy, má za následek výrazný pokles zásob podzemní vody. V takto odvodněných krajinách bývají delší a výraznější období sucha, při kterých už tak nedostatečně zásobené toky velmi trpí. Důsledkem je rostoucí koncentrace živin (dusíku a fosforu) a klesající množství kyslíku, což souvisí se sinicemi a následně mrtvými rybami v nádržích. Naopak v době dešťů odtéká voda i s rozpuštěnými živinami a půdou velmi rychle. I malé vodní toky pak nabírají ničivou sílu.

Rozhodující pro následky povodní může být členitost zemědělské krajiny. Z míst, kde je vysoký podíl mezí, luk, remízků a dalších přirozených překážek,

odchází jen minimální množství erodované zeminy a kalů. To znamená méně bahna v zatopených budovách, v rybnících a na silnicích [1].

2. Přírodní činitelé

Přírodní příčiny jsou vyvolávány klimatickými, geomorfologickými, půdními a jinými vlivy. V zemědělství se z přírodních příčin uplatňuje především eroze půdy, která způsobuje znečištění povrchových a podzemních vod smyvem, odnosem a vyluhováním půdy.

2.1 Eroze

Eroze je proces, při kterém je půda rozrušována a odnášena vodou či větrem a je obnažována až na horninový podklad. Zároveň však erozní produkty zanášejí přilehlé pozemky, vodní toky a nádrže, poškozují komunikace, zanášejí kanalizace, vodní stavby a.p. často zcela zničí výsledky práce v zemědělství a lesnictví.

Spolupůsobícím faktorem je při tom sama voda, jež za dešťů mechanickou energií půdu rozmělnjuje, při plošném a povrchovém odtoku ji smívá, vyluhuje a soustředěným odtokem ji odtokem ji odnáší do vodních toků a nádrží.

Eroze je vážným problémem v zemědělské krajině, spolu s půdou jsou transportovány i živiny a pesticidy.



Obrázek 1 - eroze

2.2 Transport

Transportem erozních smyvů, splachů a výluhů jsou znečišťovány především povrchové vody, a to jak tekoucí, tak stojaté. Zanášením toků se zvyšuje niveleta dna, což vyvolává nebezpečí inundací a zvýšení hladiny podzemní vody v poříční zóně, která se projeví zamokřením.

Velmi nepříznivě se projevuje zanášení vodních nádrží, a to zmenšováním objemu jejich prostoru. Rychlé zanášení se projevuje zejména u malých vodních nádrží v horních částech povodí, ale výrazně jsou zanášením zmenšovány obsahy rybníků v nížinných povodích.

Stupeň znečištění se různí podle místních podmínek klimatických, geomorfologických, pedologických a vegetačních [1] [2].

2.3 Splach zemědělské půdy

Většina zemědělských pozemků se rozkládá na hlubokých půdách s relativně velkou retenční schopností. Vlivem hospodářských činností je ale tato schopnost zadržovat vodu výrazně omezena. Na plochách se sporým rostlinným krytem (polích, nezpevněných cestách) se při netlumeném nárazu dešťových kapek rozpadá drobtovitá struktura půdy, zanášejí se póry a vzniká málo propustná kůra. Už při krátkém dešti se horní vrstva rozbahní a voda rychle odtéče. Celý proces je mnohem rychlejší než v případě půdy kultivované bezorebnými technologiemi nebo kryté meziplovinami. Retenci ovlivňuje i množství makropórů (skulin, průduchů), kterými se voda dostává do hlubších vrstev. Kvůli nedostatku humusu žije v orné půdě nedostatek prospěšných živočichů (zejména žížal). Chybí rovněž průliny po hlubokokořenících rostlinách. Důsledkem špatné vodozadržnosti je eroze. Umocňuje ji i práce zemědělských strojů. Zanechávají po sobě rýhy, do nichž se v době letních přívalových srážek soustřeďuje odtékající voda a další materiál. Kvalita půdy pak klesá jak z hlediska zemědělské užitnosti, tak z hlediska retenční schopnosti. Splaveniny navíc způsobují milionové škody v níže položených částech povodí, zejména v intravilánech obcí. Zanášejí rovněž koryta toků a zabíhají vodní nádrže. V České republice je vodní erozí ohroženo, silně ohroženo a nejvíce ohroženo 42 % zemědělských půd. Do kategorie mírně ohrožených patří dalších 26 % a mezi náchylné 28 %. Na ohrožených plochách dochází ke smyvu více než 7,5 tuny půdy na jednom hektaru za rok. To znamená zhruba 2,5–4,0 mm ročně (v závislosti na měrné hmotnosti půdy). Za deset let už hovoříme o nenávratné ztrátě 25–40 mm půdy z nejkvalitnějších svrchních horizontů. Na svazích mohou být čísla mnohem vyšší – až 35 tun z hektaru za rok. Vzhledem k rychlosti tvorby půdy v našich podmínkách (10 mm za 80–150 let) ubývá v současné době na značné části polí půda a zhoršují se její vlastnosti z hlediska úrodnosti i vodozadržnosti [3] [4].

Celkové zornění zemědělské půdy u nás činí asi 72 %. Vzhledem k tomu, že v roce 1986 to bylo 76 %, se ukazuje, že klesá jen velmi pomalu. (Pro porovnání, v rámci Evropské unie dosahuje 60 %.) Rozsáhlé zjednodušení a rozorání krajiny zásadně změnilo vodní režim zemědělské půdy. Uvážíme-li, že se jedná o více než polovinu plochy České republiky, je to skutečně problém. Kvantifikace vlivu odvodnění a scelování pozemků na průběh povodňových vln je obtížná. Rozhodující roli hraje zejména vliv na rychlost průchodu povodňové vlny územím.

Nezanedbatelný je také podíl scelování pozemků na množství plavenin při povodni. Prochází-li povodeň členitou krajinou s lesem a přirozenými překážkami, unáší jen minimální množství splavenin a plavenin. Zatopené objekty a silnice díky tomu nejsou po opadnutí vody zanesené bahnem. Z nechráněné zemědělské půdy oproti tomu odchází mnoho jemných plavenin. Kvůli nim se znásobují povodňové škody a všude se hromadí bahno [4].

2.4 Malý vodní cyklus

Při odpařování vody se povrch půdy (evaporace) i rostlin (transpirace) ochlazuje. Spotřebovává se při tom energie, která by jinak svrchní vrstvy ohřívala. Protože je povrch chladnější, sráží se na něm voda. V rámci povodí se tak ustaluje vodní bilance a posiluje význam uzavřeného (malého) koloběhu vody. V rámci malého vodního cyklu se ve zdravé krajině zachycují srážky ze srážkově nadprůměrných období. Projevuje se to například formou lokálních dešťů a rosy. V poškozené krajině se uzavírá jiný cyklus a způsobuje ztrátu vody, živin i humusu. Jedná se o spiralizaci negativních efektů plošného odvodnění naší krajiny. Malý vodní cyklus se u nás při plánování v povodích většinou opomíjí. Jde přitom o zásadní průlom do dosavadní představy, že při rostoucím odtoku z povodí můžeme zachytit více vody ve vodních rezervoárech [3] [4].

3. Antropogenní činitelé

Antropogenní znečištění souvisí s lidskou činností a je vyvoláváno vlivy osídlení, průmyslu a zemědělství. K znečišťování vod dochází především vypouštěním odpadních vod nejrůznější povahy do vodních toků a nádrží nebo na půdní povrch, kde voda zasakuje a znečišťuje vodu podzemní.

3.1 Zdroje chemických látek

Zdroji chemických látek pronikajících do povrchových i podzemních vod vlivem eroze jsou především průmyslová hnojiva a pesticidy, hojně v zemědělství používané, často bez ohledu na jejich chemickou čistotu. Dále sem patří různé odpady vznikající v zemědělství, které se likvidují ukládáním na zemědělskou půdu nebo do půdy.

Eroze u nás poškozuje různě intenzivně přibližně 1,4 mil. ha půdy vodní erozí a 0,9 mil. ha půdy větrnou erozí. Obě tyto formy představují plošné zdroje znečištění, jehož likvidace není snadná a záleží především na úpravě srážkového odtoku na rozdíl od znečištění bodovými zdroji jejichž odpady lze soustředěně čistit ve speciálních čistírnách odpadních vod [5].

3.2 Znečištění podzemních vod

Znečištění podzemních vod je méně význačné a v důsledku tradičního hodnocení eroze jako činitele devastujícího půdní povrch a jako zdroje splavenin zanášejících vodní toky a nádrže nedovoluje jejich plné hodnocení. Zemědělská krajina je však již dlouhodobě vystavena aplikaci obrovského množství chemických látek v mnoha druzích, koncentracích a s různým stupněm toxicity. Přítomnost těchto látek v půdě a jejich snadný transport vodou při erozních procesech, které probíhají na velkých plochách výrazně zvyšuje možnost kontaminace povrchových i podzemních vod. Chemické látky výrazně ohrožují, nebo dokonce znemožňují využití vodních zdrojů a představují výrazné nebezpečí pro společnost. Tento proces je velmi nebezpečný, protože chemické látky se snadno uvádějí do pohybu a navíc eroze probíhá rozptýleně na velkých plochách, což velmi znesnadňuje až znemožňuje návrh účinných a ekonomicky únosných protierozních opatření [6].

3.3 Zemědělské znečištění zdrojů vody

Intenzivní zemědělská velkovýroba ovlivňuje výrazným způsobem kvalitu podzemních a povrchových vod. Současný rozvoj zemědělství vychází z rozsáhlého nasazení mechanizace, z velkoplošného využívání chemických prostředků, zejména průmyslových hnojiv a pesticidů. Živočišná výroba je soustředěna do velkokapacitních stájí s obtížným řešením likvidace odpadních hmot. Tyto změny v zemědělské výrobě způsobily růst zemědělského znečištění zdrojů vody. Mezi zemědělskou výrobou a vodním hospodářstvím je úzká souvislost a vzájemně se ovlivňují. Zemědělské znečištění lze rozdělit na znečištění bodové a znečištění plošné, čili regionální. Rovněž vodní eroze, zejména na orné půdě, je příčinou značného zhoršení kvality povrchových vod.

K hlavním zdrojům zemědělského znečišťování patří průmyslová hnojiva, většina chemických přípravků používaných v zemědělské výrobě, silážní a senážní šťávy, močůvka, kejda skotu a prasat, odpadní vody z jednotlivých provozů, motorová paliva a topné oleje [6].

4. Účinky zemědělství na přírodní zdroje

Místa a způsoby produkce zboží pro výživu se zformovaly a situovaly jako důsledek lidského rozpínání. Avšak, půda a voda využívaná v zemědělství je přirozeným zdrojem, který vyžaduje mimořádnou péči, aby se kvalita půdy udržela.

Soudobé zemědělství disponuje s technologickým metasystémem, který je více a více odpovědný za nebezpečí, které hrozí prostřednictvím technologie. Mohou způsobit problémy vycházející především z vyčerpání přírodních zdrojů, znečištění a zhoršení životního prostředí, stejně jako z produkce výrobků, které nejsou zdravotně bezpečné. Znečištění vod, zhoršená úrodnost půdy, transformace zemědělské krajiny, snížení biodiverzity a přítomnost toxických látek ve výživě jsou jevy objevující se vlivem soudobého zemědělství [7].

4.1 Půda

Půda bývá často považována za nevyužitý způsob, jak udržet lidské činnosti. Je to však dynamický, živý systém, ve kterém se odehrávají důležité biogeochemické procesy. Proces formování půdy je natolik pomalý, že ho lze považovat za neobnovitelný přírodní zdroj.

Intenzifikace zemědělství, která se zaměřuje na zvýšení produkce, nutí hospodáře k nadměrnému užívání nebo dokonce zneužívání prostředků produkce, jako jsou zemědělské stroje, zavlažování, užívání zemědělských chemikálií atd. Základními problémy degradace půdy jsou půdní komprese a destrukce její struktury, snižování úrodnosti, zvyšování obsahu solí a kyselin, znečištění chemikáliemi a pesticidy a eroze.

Kultivace půdy se někdy soustředí na zlepšování její struktury; avšak celkem často jsou místo toho výsledkem předpoklady pro degradaci. Dovoz velkých, těžkých, specializovaných zemědělských strojů hlavně pro potřeby orby, vedou k destrukci půdní struktury v důsledku komprese. Využívání těchto strojů někdy napomáhá formování spodiny v neproniknutelné vrstvě půdy s následným

omezením přístupu vzduchu, špatné propustnosti vody a filtrace zeminy stejně jako omezuje šíření rostlinných kořenů. Ustavičný proces urychluje oxidaci organického materiálu, což vede ke zhoršení produktivity.

Výše zmíněné transformace ve vlastnostech půdy, kromě jejich účinku na výnos úrody, dále zhoršují erozi. Zvláštní problémy v procesech zeminy vznikají díky zemědělské mechanizaci, jako posuny v kopcovitých oblastech. Orba po vrstevnicích je pro mechanizaci nemožná a eroze se v těchto oblastech zhoršuje, protože jsou vytvořeny podmínky pro rychlé odstraňování půdy [1] [8].

4.2 Účinky hnojení

Chemická hnojiva tvoří základní předpoklad, který přispívá ke zvýšení výnosů. Nepřetržitě zvyšující se množství aplikace hnojiv způsobuje redukcí úrodnosti půdy a stability půdní struktury i její možné znečištění. Mezi chemickými hnojivy se nejvíce využívají dusík a sodík, amonium síry, močovina a z fosforů sem patří hyperfosforické sloučeniny.

Dlouholeté hnojení prostředky, které obsahují formy amonia (amonia síry a dusíku) ve velkém množství, mohou způsobit několik závažných problémů v kyselosti půdy.

Hnojiva nejsou čistou směsí, ale obsahují toxické látky, obvykle kovů, které se obtížně odstraňují ze země přidáváním hnojiv s fosforem do půdy přináší nebezpečí „otravy“ obhospodařovaných oblastí. Jedná se o částice, které mají omezenou pohyblivost a koncentrují se ve svrchní vrstvách půdy, kde se vyvíjí kořenový systém rostlin. Pravděpodobně se pak objeví potíže v produkci zeleniny, které se projeví zřetelnými toxickými symptomy (chloróza, smrtelné skvrny na listech). Zhoršuje se rovněž kvalita produkce (změna v organoleptických vlastnostech) a snižuje se celková produkce.

Zeminy, které byly znečištěné anorganickými toxickými prvky, a jsou stažené z produkce, častokrát s finanční podporou vlastníků, nepřinášejí hrozbu možné transformace těchto prvků do lidského potravinového řetězce. Odstavení těchto půd z kultivačního procesu se považuje za nejbezpečnější způsob ochrany konzumentů a rekultivace. Rekultivace znečištěných půd je však obtížná, protože těžké kovy se váží na půdní koloidy a vymývají se. Odhaduje se, že na jejich úplné pročištění a navrácení do produktivního procesu je potřeba více než 100 let. Stažení zemědělských půd z kultivace má za následek intensifikaci produkce na zbytku obhospodařovaných oblastí – a to vede v začarovaný kruh [7] [8].

4.3 Účinky pesticidů

Využívání pesticidů v zemědělství působí problémy v celém ekosystému a následně ovlivňuje širší životní prostředí, stejně jako kvalitu půdy.

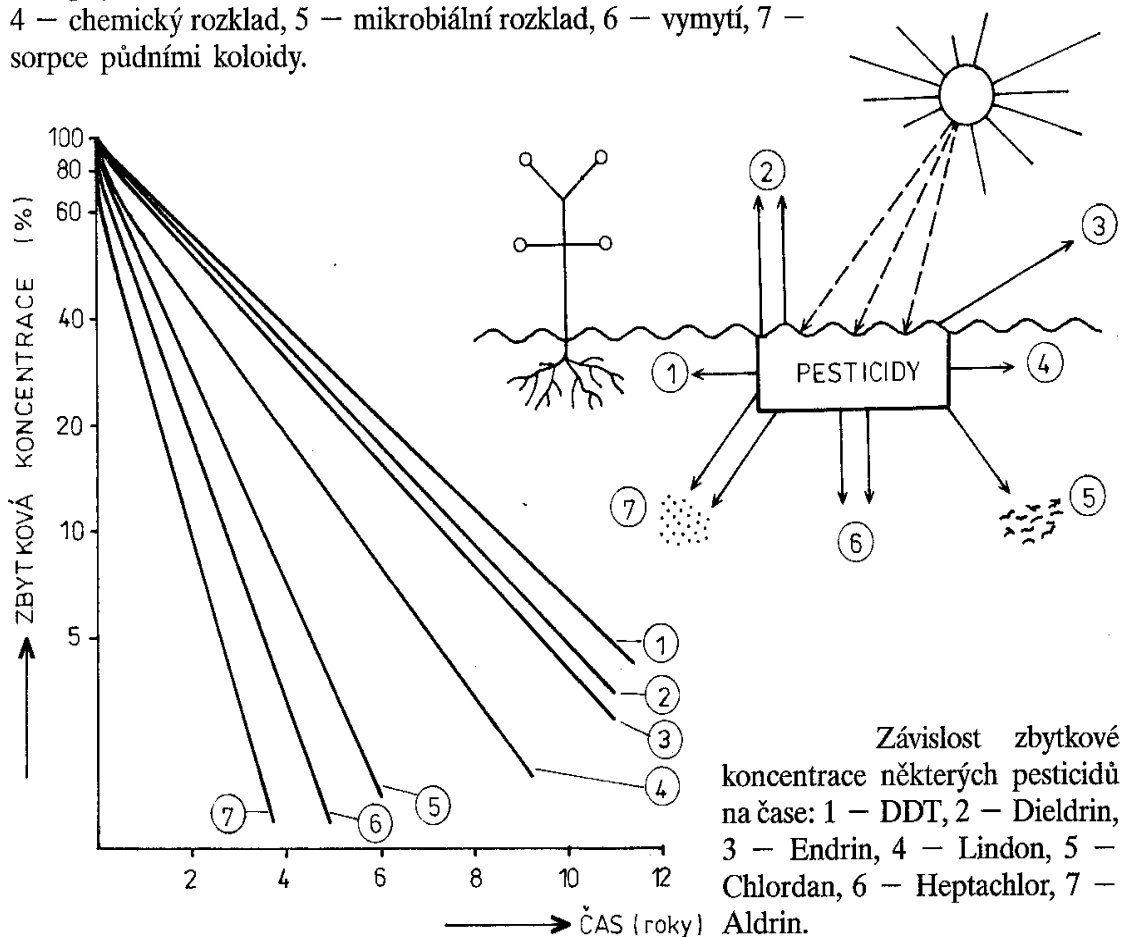
Existuje možnost snížené biologické aktivity v půdních mikroorganismech, která způsobuje zmenšenou úrodnost. Dlouhodobé používání triazinových derivátů pro potlačení plevelů v obilných kultivacích ovlivňuje stabilitu zeminy v půdních agregátech a činnost mikroorganismů. Inhibiční činnost mikroorganismů podkopává úrodnost zeminy a snižuje její vlastnosti produkce.

Degradace půdy může také být důsledkem aplikace pesticidů, které obsahují těžké kovy, jako arseny, měď a zinek, nebo rozmanité jiné anorganické toxické prvky. Tyto prvky je velmi obtížné odstranit a hlavně se koncentrují v oblasti kořenového systému; přenášejí kořeny k hlavním rostlinám, a potom do potravinového řetězce, nakonec pronikají k člověku.

Velmi nepříznivě působí na vodní zdroje naprostá většina biocidů mohou být rozděleny do 5 základních kategorií podle biologického „nepřítele“, proti kterému bojují. Ty kategorie se dělí takto: insekticidy, fungicidy, pesticidy, rodenticidy a nematocidy. Jsou to látky uměle vytvořené, přírodě cizí, které se nezúčastňují látkové výměny a v živém organismu tvoří nežádoucí složku. V současné době se v zemědělském provozu využívá 550 až 690 různých chemických látek, z nichž se mnohé velmi pomalu rozkládají, hromadí se v půdě a jsou vyplavovány do povrchových a podzemních zdrojů vody (viz.obr.níže).

Schematické znázornění vlivů působících na pesticidy:

- 1 – příjem rostlinami, 2 – vyprchání, 3 – fotochemický rozklad,
4 – chemický rozklad, 5 – mikrobiální rozklad, 6 – vymytí, 7 –
sorpcce půdními koloidy.



Obrázek 2 – vlivy působící na pesticidy

[7]

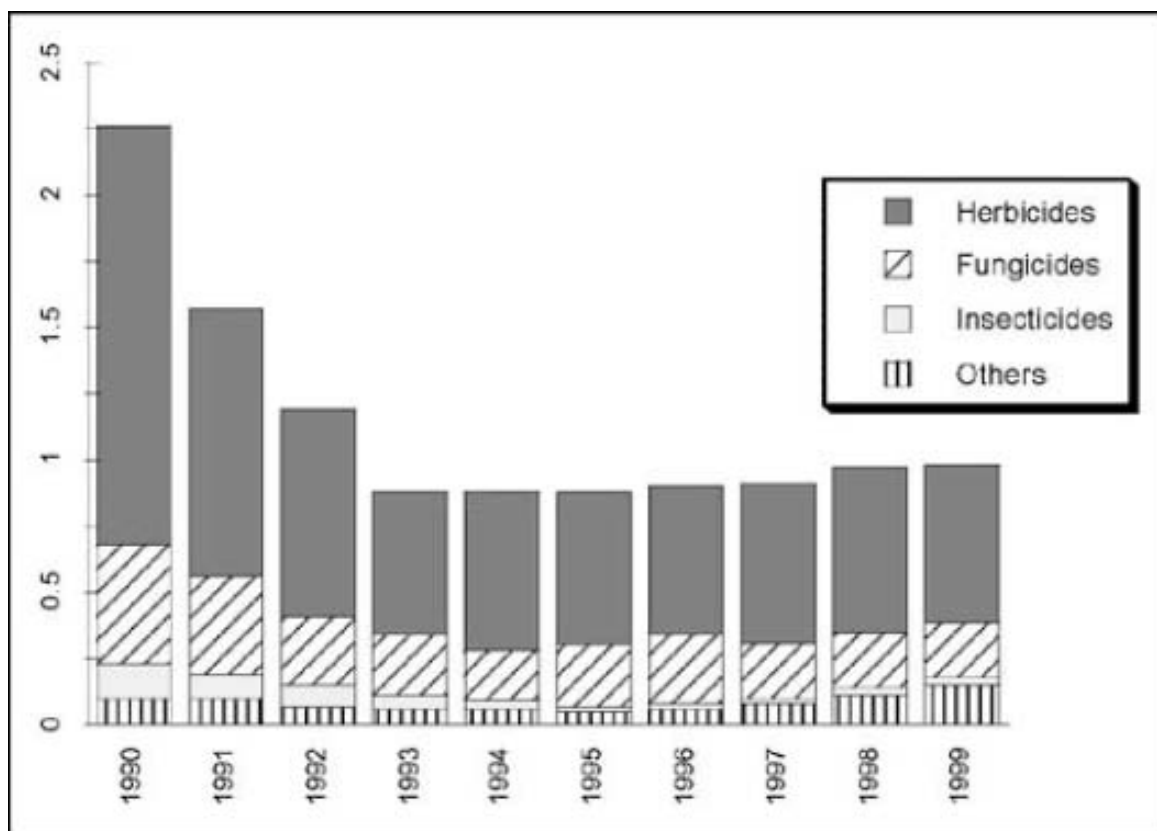
Pesticidy, po té co byly použity na rostlinách nebo v půdě, podstoupí celou řadu procesů, fyzikálních, chemických a biologických (hydrolýzu, oxidaci, štěpení, přenos, vypařování, přijetí kořeny rostlin, atd.) a znečistí půdu, vodu, která je přenesena do tkání rostlin a zvířat, dokonce lidí. Dnes je dostatečně prokázáno, že molekuly mnoha pesticidů a zvláště pesticidů s chlorem zůstávají trvale v zemi a ve vodě po celé roky, dokonce po desetiletí a jejich koncentrace z velmi malých částíček ve vodě (jedna tři- miliontina), může být biologicky zvětšena 105–107 krát ve tkáních bezobratlých, ryb, ptáků, a savců a konečná koncentrace dosáhne miliontin (ppm) u zvířat [11].

Další problém přinášejí zbytky pesticidů v půdě, fakt, který často brání změně kultury (plodiny) po celá léta a způsobuje problémy s toxickými zbytky pesticidů v zemědělských produktech. Otrávení půdy pesticidy došlo tak daleko, že i když se od jejich používání v dnešní době ustupuje, obnovení půdy je nákladné a vyžaduje intenzivní projekty. Pokud potrvá takové nekontrolované používání pesticidů, riziko znečištění půdy bude trvat.

Kontaminace vod pesticidy v konvenčním zemědělství může pocházet z vyplavování půdním profilem, z povrchového odtoku, z eroze nebo přímo z aplikace pesticidů v blízkosti povrchových vod. Výjimečně dochází k únikům pesticidů při nesprávném skladování a dopravě (platí i pro minerální hnojiva).

Při skladování pesticidů je nezbytné dodržovat ČSN 46 5891 Skladování přípravků na ochranu rostlin. Sledování vlivu biocidů na povrchové a podzemní vody je obtížné a jejich odstranění nesnadné. Ochrana záleží na využívání rychle odbouratelných pesticidů, omezení jejich nasazení, v kontrole jejich aplikace, v přesném vymezení ochranných pásem, zlepšení technologií jejich využívání a zpřísnění předpisů pro jejich aplikaci.

Vývoj spotřeby pesticidů v ČR ukazuje následující obrázek. Z něj je zřejmé snížení používaných dávek těchto látek (v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) v uplynulé dekádě, na druhé straně se mění i sortiment a účinnost jednotlivých přípravků na ochranu rostlin [8] [9].



Graf 1 – spotřeba pesticidů

[10]

4.4 Účinky odpadů z živočišné produkce

Infekce bakteriálního typu v zemědělských metodách jsou často způsobené bakterií, která pochází z živočišného odpadu, produkovaného ve velkém množství při průmyslovém chovu dobytka. Kontaminace může být důsledkem okamžitého prosáknutí odpadů nebo vod ze silážních jam nebo přímo z dešťové vody, která protéká znečištěnými kanály a hromadí se v obrovských nádržích. Problém se zhoršuje s velikostí kusů zvířat a jejich tendencí umístit je ve shlucích pro nižší náklady [11].

4.5 Účinky agrochemických látek

Chemické nečistoty lze nalézt rovnocenně v povrchových i podzemních vodách. Výsledkem vymývání chemických hnojiv a pesticidů je patrná přítomnost sodíku ve vodě. Tyto agrochemikálie, které se extenzivně používají v konvenčním zemědělství s cílem zvýšit výnosy, se mohou přenášet dešťovou vodou nebo řekami nebo přetékání z rezerv a mohou propouštět do podzemních vod. Znečištění vzrůstá v oblastech s vysokými dešťovými srážkami během období vegetace (země střední Evropy). Avšak možné vodní znečištění se objevuje v oblastech, kde je eroze příčinou, protože agrochemikálie se přenášejí ze znečištěné povrchové půdy do povrchové vody.

Přítomnost dusíku v povrchových vodách má okamžité účinky na vodní organismy a zároveň snižuje možnost pro městské použití. V průběhu nedávných

let se objevil nárůst obsahu dusíku v povrchových vodách a tato skutečnost přinesla velké potíže s nezávadností pitné vody. Odpovědnost se připisuje zemědělství. Evropská Unie proto vydala směrnici z r.1980, která stanovila povolený obsah dusíku v pitné vodě na 50mg/l.

S vysokou koncentrací dusíkatých a fosforečných solí ve vodním ekosystému v důsledku eutrofizace vznikají další ekologické problémy. Vysoká koncentrace těchto prvků ve vodě představuje hrozbu pro zdraví zvířat i lidí (riziko rakoviny vytvářením nitrosaminů). Nadměrné hnojení farmářů, kteří si nejsou vědomi kultivačních potřeb a obsahu půdních živin, ohrožuje čistotu vody. Například, na podzim se zobecňuje aplikace dusíkatých hnojiv pro obilniny. Bohužel, jak je dobře známo, tato aplikace není správná, neboť akumulace dusíkatých prvků v půdě roste a následně zimní deště znásobují nebezpečí prosakování dusíku do podzemních vod [7].

4.6 Zemědělská krajina

Intenzifikace zemědělství přispěla k podhrabání, nebo dokonce horší variantě, k destrukci důležitých stanovišť a venkovské krajiny. Některé zemědělské metody, které vedly k tomuto jevu a které se ještě užívají, jsou: destrukce rostlinných plotů, vymytání okrajových pozemků, odklon od střídání plodin a ponechávání půdy ladem, nahrazování přirozených pastvin uměle vytvořenými kultivacemi, linie a redukce vodních ekosystémů.

Vysoušení vodních ekosystémů pro zemědělské účely z čistě ekonomického hlediska, byla běžná praxe až do 60. let. Hodnota těchto ekosystémů leží nejen ve skutečnosti, že jsou stanovištěm pro důležité a vzácné rostlinstvo a živočišné druhy, ale také fungují jako vodní nádrže a regulátory vody a klimatu. Vstřebání CO₂ a emise kyslíku patří mezi jejich nejdůležitější funkce. Proto se jejich zničením ovlivní řada faktorů od vyhubení druhů po klimatické změny v těchto oblastech [1].

5. Vliv hnojení a chemizace na kvalitu povrchových a podzemních vod

K hnojení zemědělských půd se využívají především průmyslová a statková hnojiva. Z hlediska vodních zdrojů se projevují nejnepříznivěji průmyslová hnojiva, ve vodě dobře rozpustná, snadno se vyplavují nebo splachují do povrchových vod, nebo se srážkovou vodou infiltrují do podzemních vod. Zvláště nepříznivě se projevují dusíkatá hnojiva na bázi dusičnanů, která se neváží na sorpční komplex půdy a snadno se infiltrují do podzemních vod. Příznivějších výsledků se dosahuje při využití průmyslových hnojiv s dusíkem amoniakálním. Vyplavování ostatních rostlinných živin z půdy je podstatně menší. Nepříznivé vlivy hnojení statkovými hnojivy na kvalitu vodních zdrojů je podstatně menší s výjimkou kejdy. Dusíkaté sloučeniny se postupně uvolňují rozkladem a mineralizací organické hmoty a mohou být průběžně využívány rostlinami.

Na znečištění vodních zdrojů ze zemědělské výroby se ze značné části podílí i spotřeba minerálních hnojiv a pesticidů. Vývoj spotřeby minerálních hnojiv v České republice nastiňuje následující tabulka (kg.ha⁻¹):

Rok	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Celkem
1989	103,2	67,1	59,7	230
1990	86,3	52,5	47,2	186
1991	50	8	7	65
1992	50	8	7	65
1993	40	13	10,5	63,5
1994	57,6	10,3	13	80,9
1995	55,6	14,6	12,7	82,9
1996	61,3	11,8	8	81,1
1997	55,1	11,7	10,1	76,9
1998	53,3	12,6	7,3	73,2
1999	51,1	8,6	5,9	65,6
2000	58,9	10,8	6,2	75,9
2001	72,6	12,3	7,3	92,2
2002	72,3	12,3	7,7	92,2
2003	60,6	11,7	7,3	79,7
2004	75,8	13,7	9,9	99,4

Tabulka 1 – vývoj spotřeby minerálních hnojiv v ČR [7]

5.1 Dusičnany

Rozhodujícím činitelem ovlivňujícím v zemědělské krajině kvalitu vodních zdrojů jsou dusičnany, jejichž převážné množství pochází z hnojení, méně pak z rozkladu zbytků rostlin a z atmosférických srážek. Kromě splachů z povrchu pozemků zvyšují obsah dusičnanů v povrchových vodách drenážní vody s vysokým obsahem dusičnanů, odvádějící vodu z povrchových vrstev intenzivně hnojených. Zvýšený obsah dusičnanů ve vodách ovlivňuje i nesprávný režim aplikace hnojiv. Společně s průmyslovými hnojivy se dostávají do půdy těžké kovy, jde především o kadmium, které do půdy přichází společně s fosforečnanovými hnojivy.

Obsah prvků v organických a průmyslových hnojivech (mg.kg⁻¹)

prvek	městské odpady	hnůj	průmyslová hnojiva			
			N	P	K	CA
As	2-26	3-25	2,2-120	2-1200	—	0,1-24
B	15-1000	0,3-0,6	—	5-115	—	10
Ba	150-4000	270	—	200	—	120-120
Cd	2-1500	0,3-0,8	0,05-8,5	0,1-170	0,019-0,118	0,04-1
Co	2-260	0,3-24	5,4-12	1-12	—	0,4-3
Cr	20-40000	5,2-55	3,2-19	66-245	—	10-15
Cu	50-3300	2-60	21-15	1-300	—	2-125
Hg	0,1-55	0,1-0,2	0,3-2,9	0,1-1,2	0,01-0,012	0,05
Mn	60-3900	30-550	—	40-2000	—	40-1200
Mo	1-40	0,05-3	1-7	0,01-60	—	0,1-15
Ni	16-5300	7,8-30	7-34	7-38	—	10-20
Pb	50-300	6,6-15	2-27	7-225	0,8	20-1250
Sr	40-360	80	—	25-500	—	610
Zn	700-49000	15-250	1-42	50-1450	—	10-450

Tabulka 2 – obsah prvků v organických a průmyslových hnojivech [7]

Zvláštní pozornost je třeba věnovat skladům průmyslových hnojiv a zásadám skladování v souladu s ČSN 46 5750 Zásady skladování tuhých průmyslových hnojiv.

Ochrana povrchových a podzemních vod je jednou z nejdůležitějších environmentálních priorit, protože jakákoli kontaminace může způsobit riziko pro člověka i pro zvířata a může poškodit akvatické biocenózy. V souboru indikátorů "Podzemní a povrchové vody" jsou popsány 3 indikátory (vyplavování dusičnanů, pesticidy a zatížení živinami).

Nepříznivé efekty zemědělství na podzemní a povrchové vody jsou do značné míry způsobeny erozí a vyplavováním látek nebo přívalem vodami.

Rizika pro kvalitu vody mohou být:

- nadměrné organické hnojení kombinované s nevhodným skladováním;
- nadměrná aplikace minerálních dusíkatých hnojiv;
- nedostatečný ochranný pokryv půdy;
- nevhodné střídání plodin a nadměrná kultivace;
- zvýšené množství dostupného dusíku po sklizni.

Vyplavování dusičnanů

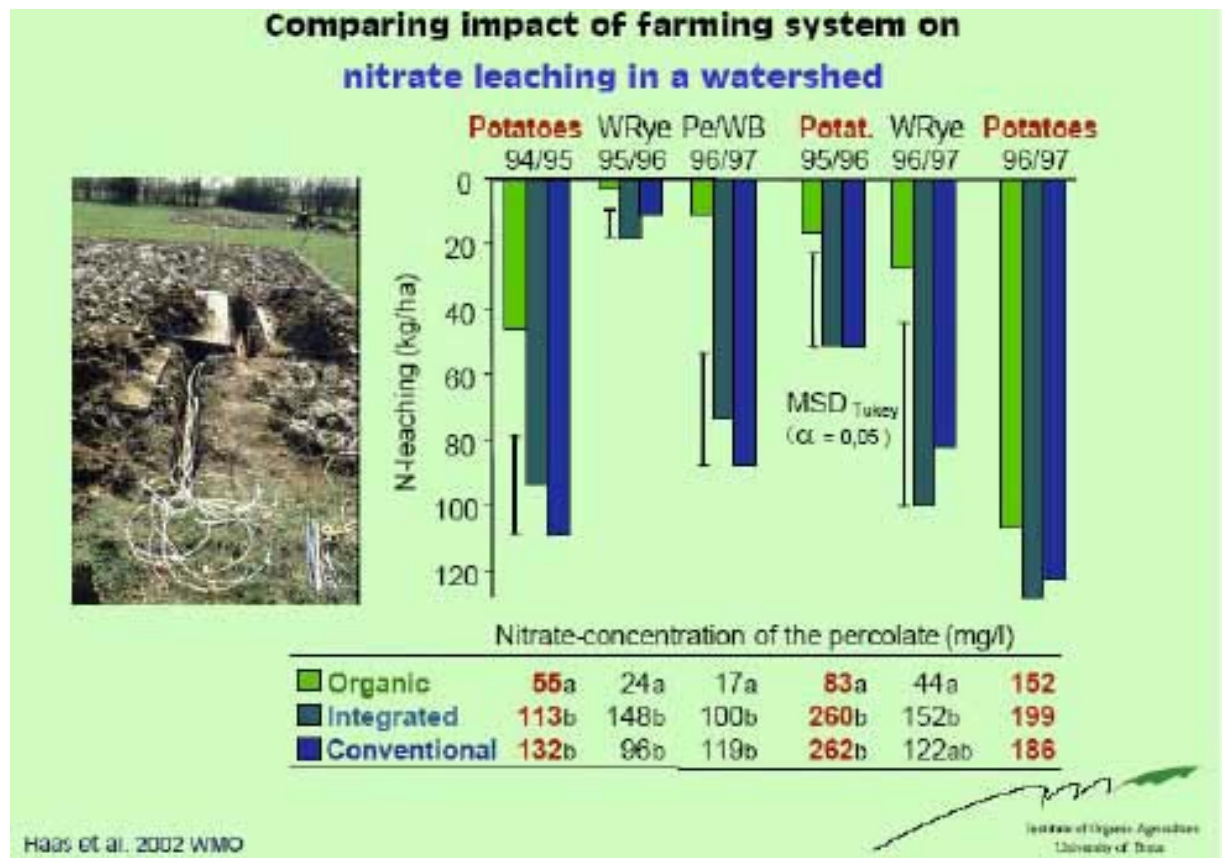
Kontaminace podzemních vod vyplavováním sloučenin dusíku ze zemědělské půdy je problémem na většině území Evropy. Oproti jiným nežádoucím environmentálním efektům je kontaminace dusičnany způsobena do značné míry zemědělstvím. Objevuje se vždy, když je v půdě více dostupného dusíku, než mohou rostliny využít, když dešťová voda nebo voda ze závlah a tání sněhu prostupuje půdou do podzemních vod. Nadbytek této živiny v půdě může být způsoben nadměrným minerálním a organickým hnojením nebo po zapravení vikvovitých rostlin. Parametry charakterizující indikátor "Vyplavování dusičnanů" jsou:

1. míra,
2. potenciál pro vyplavování dusičnanů.

Při hospodaření s dusíkem jsou k dosažení environmentální udržitelnosti vyžadovány takové činnosti, aby bylo dosaženo jak nízkého potenciálu, tak nízké míry vyplavování dusičnanů.

Vliv různých způsobů hospodaření na znečištění vod je studován ve více výzkumných projektech. Výsledky dvou výzkumů týkající se vyplavování dusičnanů v různých zemědělských systémech ukazují následující obrázky:

Vyplavení dusíku ($\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$) a koncentrace dusičnanu v průsacích ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v ekologickém, integrovaném a konvenčním zemědělství v průběhu osevního postupu, viz. graf níže:



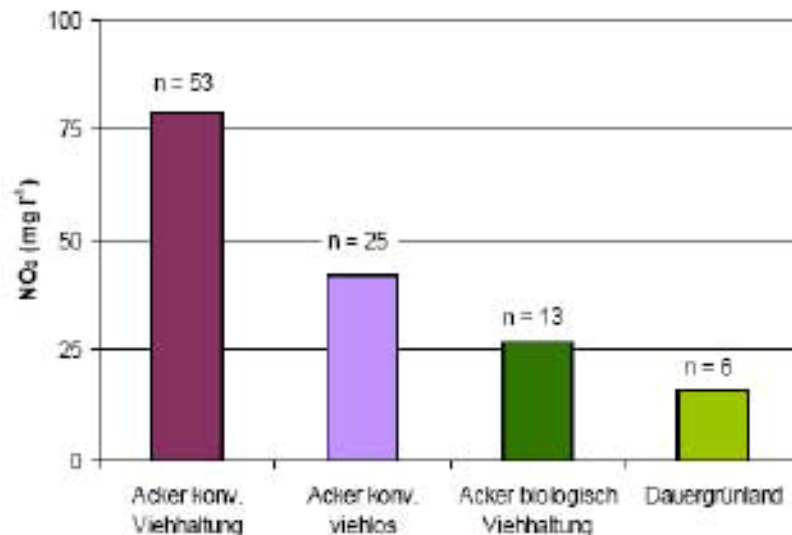
Graf 2 – Vyplavení dusíku ($\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$) a koncentrace dusičnanu v průsacích ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) [13]

Střední obsahy dusičnanů ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v průsakových vodách v závislosti na způsobu obhospodařování.

Popis sloupců zleva:

- orná půda, konvenční zemědělství s chovem dobytka
- orná půda, konvenční zemědělství bez chovu dobytka
- orná půda, ekologické zemědělství s chovem dobytka
- trvalé travní porosty

Mittlere Nitratgehalte im Sickerwasser (> 1.5 m - max. 10 m Bodentiefe) in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung



Graf 3 - Střední obsahy dusičnanů (mg.l^{-1}) v průsakových vodách [13]

Míra vyplavování dusičnanů

Míra vyplavování N z půdy může být popsána koncentrací dusičnanů ve vyplavované vodě a množstvím prosakující vody.

Potenciál pro vyplavování dusičnanů

Parametry vhodné pro stanovení potenciálu vyplavování dusičnanů mimo vegetační období jsou obsahy minerálního dusíku v půdě na podzim a jeho bilance

Zátěž dusíkem z ekologicky kultivovaných půd má tendenci být nižší než z konvenčně obhospodařovaných, neboť:

- množství skladovaných statkových hnojiv a úroveň hnojení jsou nižší v EZ než u konvenčního způsobu, celkový vstup dusíku v ekologickém systému je nižší, protože aplikace je vázaná zejména na statková hnojiva a dostupnost živin ze statkových hnojiv je nižší ;
- aplikace pevných statkových hnojiv vede k nižšímu riziku v případě přívalových srážek ve srovnání s aplikovanou kejdou;
- systém pěstování a střídání plodin v pestřejších osevních postupech s vegetačním pokryvem půdy během zimního období a pěstování meziplodin jsou společně spíše pro EZ než pro konvenční hospodaření .

Kritická místa pro potenciální znečištění vod v EZ:

- kompostování statkových hnojiv,
- hospodaření se zbytkovým dusíkem z vikvovitých rostlin.

Skladování a kompostování statkových hnojiv na nezpevněném povrchu může způsobit průsaky a kontaminaci podzemních a povrchových vod. Průsakům lze předcházet např. zakrýváním zakládek kompostovaného materiálu, přidáváním minerálního podílu (jako např. bentonitu) a zajištěním skladovací plochy.

Statková hnojiva musí být skladována a ošetřována v souladu s platnými předpisy, tak aby nedocházelo ke znečišťování vod.



Obrázek 3 – skladování a kompostování statkových hnojiv

K významnému vyplavování N_{\min} může také dojít tehdy, když zdroj dusíku nahromaděný vikvovitými plodinami je nevhodně využit, tj. zaorání jetelovin na podzim s následným osetím plodinami s nízkým nárokem na obsah půdního dusíku. Vhodné a promyšlené hospodaření s dusíkem při pěstování plodin může významně přispět ke snížení potenciálu vyplavování N během rotace plodin.

Jeteloviny a jetelotrávy jsou významným zdrojem dusíku pro agroekosystém. Při zaorání v nevhodnou dobu však může dojít ke zvýšené mineralizaci a uvolňování sloučenin dusíku, které mohou při nedostatečném odběru kontaminovat podzemní vody.



Obrázek 4 – jeteloviny

Míra vyplavování dusíku na ekologicky obhospodařovaných půdách je nižší než při konvenčním způsobu obhospodařování. Ekologické zemědělství může přispívat k ochraně vod, zvláště s ohledem na aktuální míru vyplavování dusíku. Rostoucí povědomí o problematice fázi, kterou je zaorávání jetelovin a jetelotráv, může vést k dalšímu zlepšování ekologických způsobů hospodaření s ohledem na požadavky ochrany vod.

Zvláště v územích ochrany vodních zdrojů pak některé národní normy a speciální poradenské služby doporučují ekologickým zemědělcům např.:

- snižování stavu skotu
- omezení množství používaných tekutých statkových hnojiv;
- používání kvalitního kompostu;
- nárůst využívání zeleného hnojení [14].

6. Odpadové hospodářství v zemědělství

V mnoha evropských zemích vedlejší zemědělské výrobky a odpad ze zemědělského průmyslu jsou vyváženy na skládky jako nepoužitelné a obvykle se stávají zdrojem znečištění životního prostředí. Zvláštní význam má znečištění povrchové a podzemní vody zemědělským odpadem, zvláště znečištění vrtů používaných pro zavlažování nebo zásobování vodou.

Nejdůležitější prvky, které se musí vzít v úvahu a vyhodnotit s ohledem na zemědělské znečištění, jsou: návrh a plánování zemědělských aktivit a chovu dobytka, vzdálenost od zdrojů vody, celkové podmínky vrtů, podmínky uskladnění, dále nakládání s možnými znečišťujícími a toxickými látkami na statku.

Znečištění povrchové vody má mnoho účinků ve všech úrovních ekosystému. Může způsobit zdravotní problémy organismů patřících do nižších pater potravinového řetězce a následně problémy s dostupností potravy ve středních a vyšších úrovních potravinového řetězce. Může také způsobit znehodnocení mokřin a omezit jejich schopnost zásobovat místní ekosystém a řídit kvalitu drenážní vody. Kontaminovaná povrchová voda může mít negativní účinky na zvířata i na zdraví lidí [15].

6.1 Zemědělské odpady

Zemědělské odpady zahrnují jak organické (přírodní), tak ne-organické (nepřírodní) vedlejší produkty při zemědělských činnostech.

Organické zemědělské odpady (pevné, tekuté, nebo částečně pevné) zahrnují: přírodní zbytky (obilnou slámu, obilí, hlavice vinné révy atd.), živočišné zbytky (hnůj a moč zvířat a drůbeže, podestýlku atd.) a současně zemědělsko-průmyslové odpady.

Hlavní jiné než přírodní odpady zahrnují: plastové pytle od hnojiv, semen, pesticidů a dalších agrochemikálií, veterinární výrobky a materiály, (například použité injekční stříkačky), mechanické zbytky (např. olej, pneumatiky a baterie), staré stroje, pletiva atd.

Ačkoliv množství zemědělských odpadů je výrazně menší ve srovnání s městskými a průmyslovými odpady, riziko znečištění zemědělskými odpady je vysoké zvláště v dlouhém období. Například, hnojiva mohou způsobit kontaminaci vody a půdy a živočišná mrva zakládá možný zdroj nebezpečných patogenů.

Existují různé metody používané v procesu regenerace a likvidace zemědělských odpadů, které závisejí na okolnostech. Patří mezi ně jejich znovuvyužití na statku, likvidace v půdě (běžné zakopání), jejich využití jako hnojiva, spalení, vrácení zásobovatelům a anaerobní vyhnívání.

Hlavní cíl politiky odpadového hospodářství je prevence a omezení produkce odpadu (omezení množství) a současně omezení nebezpečných látek v obsahu odpadu (zlepšení kvality). Tato politika sleduje také využívání odpadových materiálů při recyklování a maximalizaci získávání energie. Odpad, který není zužitkován, a odpad z hospodářského zpracování musí být ve formě přijatelné pro životní prostředí.

Při rozvozu odpadu platí zásada blízkého okolí. Podle tohoto principu musí být odpad odložen v některé z nejbližších vhodných lokalit. Musí se začít s rekonstrukcí skládek, které nesplňují požadavky a nejsou vybrány, aby byly přeměněny na organizované závážky [1].

6.2 Metody odpadového hospodářství v zemědělství

Zbytky zoraných plodin nesmí být zničeny nebo odvezeny z polí, protože mohou chránit pole před erozí, obohacovat půdu organickými látkami, přispívat k zadržování většího množství dešťové vody, omezovat vypařování a udržovat vlhkost.

Odpadní produkty obdělávání půdy, plastické folie, prázdné obaly od hnojiv, pesticidy, staré a už neužívané materiály na zavlažování, pletivo nesmí zůstat na polích nebo na obecních plochách, ale musí být sebráno a znehodnoceno na speciálně určených místech.

Odpadové hospodářství provozu živočišné výroby se řídí Směrnicí č. 91/676, podle které odpadové hospodářství závisí na druhu chovaného dobytka, jeho počtu, typu ustájení, způsobu sběru a odvozu odpadu, způsobu skladování a jeho obsahu v celkové sušině. Obecně platí, že zpracování tuhého odpadu je snazší než odpadu v tekuté formě. Proto je nutné vyhnout se přidání vody do netekutého odpadu. Ze stejného důvodu je také nutné odvádění vody ze střech, dvorů do odpadových nádrží. V případě, že v zařízení vzniká relativně čistý tekutý odpad, doporučuje se sbírat nadržanou tekutinu a ukládat ji odděleně od živočišného odpadu, zvláště pokud tento není v tekuté formě.

V případě tuhého odpadu (hnůj, podestýlka, atd.) se dělají hromady chlévské mrvy, a protože existuje možnost odtékání tekutin z těchto hromad, musí se tuhý odpad uchovávat ve vodovzdorných betonových nádržích. Hnůj a/nebo podestýlka zbavené tekutin mohou být skladovány v zemi po té, kdy byla udělána opatření, aby byla odvedena dešťová voda pomocí malého kanálu po obvodu hromady. Tuhý odpad zůstává na hromadě hnoje po adekvátní dobu, aby byla dokončena fermentace.

V případě tekutého odpadu musí být nastolena následující zabezpečení:

- omezení ztrát živin,
- omezení organických látek v tekutém odpadu,
- spolehlivost a jednoduchost metod hospodaření s odpadem,
- nejnižší možné náklady na vybudování a údržbu zařízení.

Hospodaření s tekutým odpadem se týká především vepřínů, dále jestliže se na mléčných nebo ovčích farmách provádí sběr a uskladnění odpadu, musí se vynechat jeho splachování vodou a závčas ho odstranit jako tuhý odpad za použití škrabek.

Půda je jediným příjemcem odpadu živočišného původu, protože má velkou schopnost zužitkovat jeho součásti za podmínky, že existuje řádné používání odpadních produktů s ohledem na jejich množství, dobu a způsob použití.

Proto řádná likvidace odpadu předpokládá, že:

- Odpad není likvidován do půdy během období dešťů, zvláště v době, kdy je půda nasycená nebo zmrzlá.
- Likvidace plodin (zbytků plodin) musí proběhnout ve správné době při použití chemických hnojiv.
- Místo na likvidaci odpadu musí být nejméně 50 metrů od povrchové vody za předpokladu, že vzdálenost je určena jako ochrana před povrchovým vytékáním a únikem ve spodní vodě.
- Na konec, když je odpad likvidován ve svahu, musí být v takovém množství a musí se to dělat takovým způsobem, aby se zabránilo jeho vytékání [1] [17].

6.3 Odpad podle kategorie zařízení pro živý inventář

Při chovu koz a ovcí je odpad pevný a zůstává v podestýlce nebo pod roštem po dlouhou dobu, aby došlo k fermentaci a mohl být rozvezen na plodiny. Sběr hnoje nesmí být prováděn pozemními kanály, protože jeho odvedení z těch kanálků do sběrných nádrží musí být provedeno přidáním vody. V případě, že nedorazí k rozvozu hnoje k farmářům brzy, musí být shrnut na hromady a musí být zabráněno, aby dešťová voda nepronikala z hnojiště do země.

Drůbeží odpad se rozděluje na tuhý a polotuhý podle druhu chovu, v podestýlce nebo v klecích. V případě chovu na výkrm se odváží podestýlka každých 60 dnů. Poté je podestýlka skladována na hromadách do konce fermentace nebo je rozvezena zemědělci. Vzhledem k tomu, že ta hromada je vodovzdorná, musí být vybudovány oblastní kanály na sběr uvolněných tekutin. V případě chovu slepic kladoucích vejce je tento odvoz až po ukončení líhnutí; tak fermentace trvá 12 – 15 měsíců a hnůj může být rozvezen přímo k zemědělci. Pokud se drůbež chová v klecích bez systému zbavování vlhkosti, hnůj je polotuhý a odváží se buď každý den nebo v delších obdobích (20 – 30 dnů), pak musí ležet na hnojišti, aby přirozeně vysychal, nebo je převezen na stanoviště, kde probíhá jeho zrání.

Forma kravského hnoje je různá podle typu chléva. Během chovu na podestýlce nebo na podestýlce s hnojem zůstává mrva ve chlévě po několik měsíců. Nejsou zde žádné tekutiny, protože je buď vstřebala použitá sláma, nebo se vypařily. Během odvozu z chléva podestýlka už prošla značnou fermentací a může být umístěna na hromadách, aniž by hrozilo nebezpečí úniku tekutin. Aby se zabránilo odtoku dešťové vody, podestýlka musí být umístěna na nepropustný podklad, než je rozvezena k zemědělcům. V případě, že odpad je v polotuhém stavu nebo zvířata používají kanály pro tento účel, odpad musí být zpracován stejným způsobem jako tekutý odpad.

Odpad z vepřinů je obvykle tekutý a musí projít manipulací před likvidací. Likvidace může proběhnout přímou absorpcí /vstřebáváním/ v obdělávaných oblastech nebo v přírodní vegetaci, kde hnojí a obohacuje půdu o organické látky. Použití tekutých odpadů musí proběhnout takovým způsobem, při kterém nedojde k rozlití a povrchovému úniku, ale přednost dostane přímé vstřebávání. U pevných odpadů je pro přímé vstřebávání nutná orba ve správném období [1] [17].

6.4 Vliv silážních šťáv a kejdy na kvalitu povrchových a podzemních vod

Silážní šťávy vznikají při konzervaci zelených plodin silážováním ve žlabových a věžových silech. Silážní šťáva obsahuje buněčnou tekutinu, zbytky organické hmoty, konzervační přísady a vodu, která se uvolňuje rozkladem organické hmoty a někdy i srážkovou vodou. Množství silážních šťáv představuje 5 až 30 % silážovaného množství podle druhu silážované plodiny, její vlhkosti a technologie silážování. Silážní šťávy znamenají mimořádně závažné nebezpečí pro znečištění povrchových a podzemních vod. Hodnota BSK₅ siláže činí 5 až $8 \cdot 10^4 \text{ g.m}^{-3}$, hodnota CHSK činí 3 až $11 \cdot 10^4 \text{ g.m}^{-3}$, obsah $N_{\text{celk}} = 1,6$ až $2,2 \cdot 10^3 \text{ g.m}^{-3}$, $P_{\text{celk}} = 1,1$ až $1,5 \cdot 10^3 \text{ g.m}^{-3}$, silážní šťávy jsou i značně bakteriálně znečištěné.

Únik silážních šťáv znamená vždy závažné nebezpečí pro kvalitu vodních zdrojů. Podle ovlivňují silážní chuť pitné vody i při ředění 1 : 10 000 a i v malých koncentracích mění chemické a biologické vlastnosti vody, umožňují rozvoj železitých a manganových bakterií. U povrchových vod silážní šťávy značně narušují kyslíkový režim toku, voda velmi zapáchá, velký přísun živin do zdrojů vody vytváří podmínky pro eutrofizaci. Silážní šťávy je třeba shromažďovat ve sběrných jímkách a ty vyvážet na pole, přidávat do závlahové vody nebo uměle čistit. Silážní šťávy nelze aplikovat na odvodněných plochách a v ochranných pásmech.

Močůvka a kejda prasat, skotu a drůbeže se vyznačuje značným organickým znečištěním. Orientační hodnoty BSK₅ podle v tab. níže:

druh zvířat	exkrementy	produkované množství (kg.d ⁻¹)	hodnota BSK ₅ na DJ v objemu	
			kg.d ⁻¹	g.m ⁻³
dojnice	výkaly+moč	45	0,68	15100
telata	výkaly+moč	50	0,57	11400
prasata	výkaly+moč	37	1,10	29900
drůbež	vlhký trus	50	2,00	40000

Tabulka 3 - Orientační hodnoty BSK₅ pro močůvku a kejdu [7]

Aby se neznečišťovaly vodní zdroje, je třeba budovat zpevněná nepropustná hnojiště s jímkou na hnojůvku. Kejda se shromažďuje v ocelových, dřevěných nebo železobetonových jímkách s detekčním zařízením signalizujícím její případné úniky.

Vodní zdroje se znečišťují i při samotné aplikaci kejdy na zemědělské plochy. Výzkumem bylo zjištěno, že nevhodnou aplikací kejdy (především vysokými dávkami) dochází k jejímu hromadění na povrchu půdy, estetickým a hygienickým závadám. Kejda je splachována při dešťových srážkách do vodního toku, infiltrací jsou znečišťovány podzemní vody [7].

6.4 Znečištění odpadními vodami ze zemědělských provozů

Jde o znečišťování především bodového charakteru, především o odpadní vody ze zařízení živočišné výroby, připraven krmiv, mléčnic, provozních zařízení, odpadní vody z administrativních provozů, závodních jídelen, opravárenských zařízení, odpadní vody z agrochemických provozů, mísíren, skladů hnojiv a pesticidů, z mechanizačních středisek, mycích zařízení a.p. Narušení zdrojů vody mohou způsobit srážkové vody i znečištěné splachy z komunikací.

Zvláště nebezpečné jsou havarijní úniky nafty, olejů, topných olejů ap. Asanace je obtížná, pozornost je třeba věnovat zlepšení izolace skladů těchto materiálů, opatření na ochranu proti únikům, kontrolním a zabezpečovacím zařízením. Venkovská sídliště produkují množství splaškových vod, které nejsou-li vhodným způsobem čištěny, mohou způsobit značné znečištění malých vodních toků. Problém je, že mnoho vesnic nemá vybudovanou kanalizační síť a odpovídající kanalizační čistírnu. Znečištění způsobují i chovy domácích zvířat [1].

7. Související problematiky

7.1 Šíření znečištění

Zdroje znečištění v zemědělské krajině jsou různé, znečištění se šíří ovzduším, půdou, geologickým podložím a vodou. Způsob a rychlost šíření závisí na druhu a charakteru znečištění a prostředí, ve kterém dochází k jeho šíření.

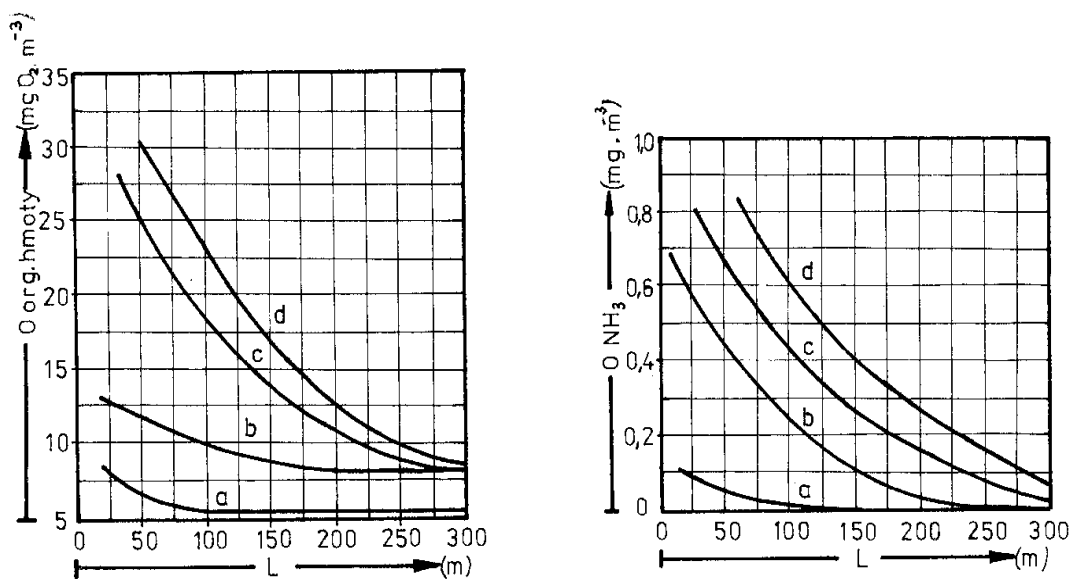
7.1.2 Šíření znečištění ovzduším

Na znečištění ovzduší v zemědělské krajině se podílejí hlavně agrochemie, živočišná výroba, aplikace hnojiv, doprava, větrná eroze ap. Do ovzduší unikají emise tuhé (prach, kouř), kapalné (jemně rozptýlené kapénky nečistot) a plynné, které mohou být anorganického i organického původu (oxidy síry, dusíku, sirovodík, chlór, hexan, benzen, etylén, metan). Zvláště nepříznivý vliv na znečištění ovzduší v zemědělské krajině má energetika a ostatní průmysloví znečišťovatelé zplodinami okyselujícími deště. Rozptýlení v ovzduší je dosud nejčastějším způsobem, kterým se omezuje škodlivé působení emisí.

Znečištění ovzduší živočišnou výrobou záleží v úniku prachu, mikroorganismů, plynů a zápachu do ovzduší. K šíření dochází větráním při výměně vzduchu, úniky ze skladů a skládek, při aplikaci na půdách větrem, rozptylem do ovzduší při závlaze postřikem ap.

Ke znečištění ovzduší a transportu jemných částic zeminy, hnojiv a organické hmoty v zemědělské krajině přispívá i větrná eroze [16].

Při rozstřiku kejdy se uvolňuje a šíří rozptýlená organická hmota, amoniak, mikroorganismy a jiné látky ovzduším. Vliv závlah odpadními vodami a kejdou na kvalitu ovzduší. Grafické znázornění úniku organické hmoty a amoniaku v závislosti na vzdálenosti od středního postřikovače, viz. obr. níže:



(vlevo). Závislost velikosti organického znečištění na vzdálenosti L od postřikovače: a – voda III. třídy čistoty, b – městská odpadní voda mechanicky čištěná, c – odpadní voda čištěná mechanickobiologicky, d – kejda.

(vpravo). Závislost amoniakálního znečištění na vzdálenosti L od postřikovače: a – voda III. třídy čistoty, b – městská odpadní voda mechanicky čištěná, c – odpadní voda čištěná mechanickobiologicky, d – kejda.

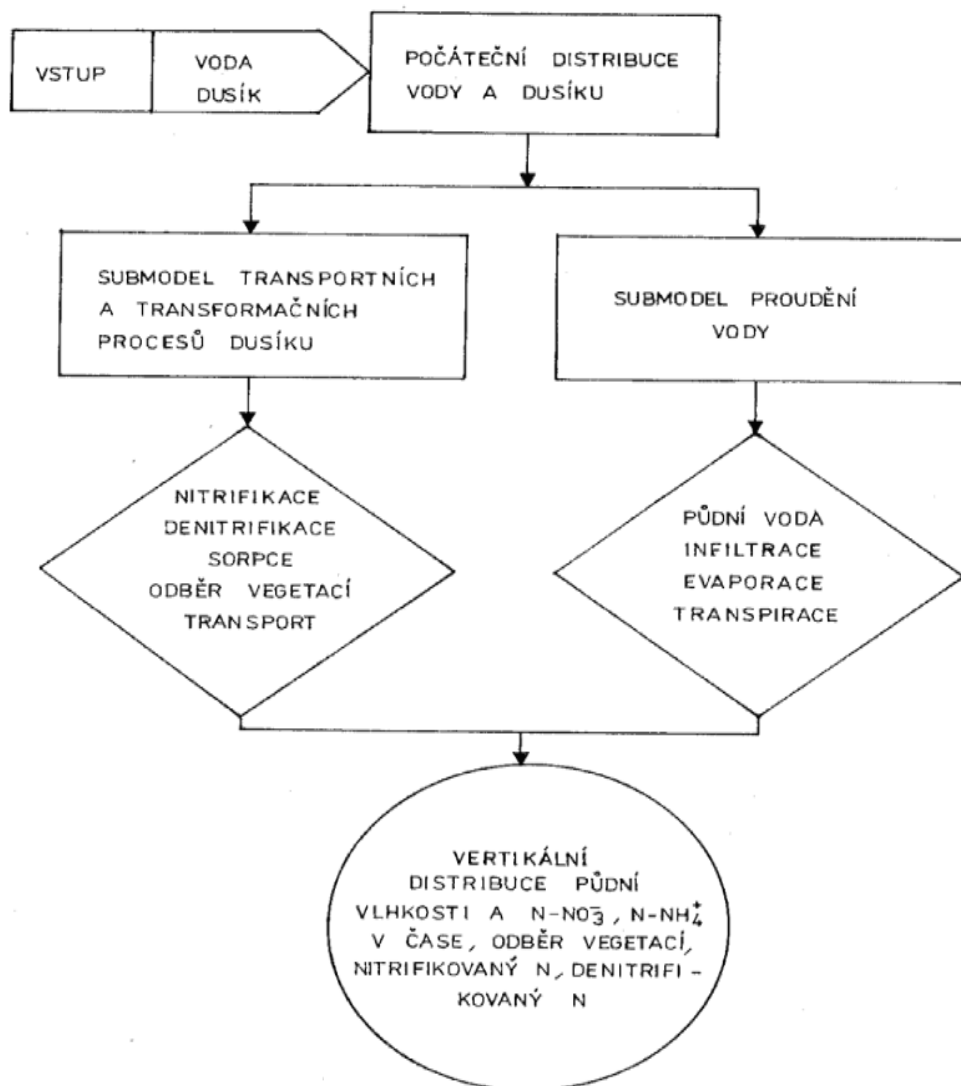
Graf 4 - úniku organické hmoty a amoniaku v závislosti na vzdálenosti od středního postřikovače [16]

7.1.3 Šíření znečištění v půdním prostředí

Při aplikaci agrochemikálií na zemědělské plodiny a na půdu dochází jednak k jejich hromadění v půdě, jednak k transportu v půdním prostředí. Transport těchto látek v půdním prostředí můžeme stanovit podle zjednodušených empirických vztahů nebo popsat pomocí matematických modelů.

Modelová řešení transportu v nenasyceném půdním prostředí vycházejí z předpokladu, že konvektivní složka transportu, tj. pohyb rozpouštěné látky, probíhá stejnou rychlostí a stejným směrem proudění roztoku v půdě. Transportní procesy ovlivňuje hydrodynamická disperze, hydrochemické interakce mezi rozpouštěnou látkou, vodou, vzduchem a půdou.

Závažným znečištěním, na kterém se podílí rozhodujícím způsobem zemědělská velkovýroba je dusičnanové znečištění. K nejjednodušším modelům vyjadřujícím transportní a transformační procesy dusíku v půdě patří simulační matematický model WASTEN, viz schéma níže:



Simulační matematický model WASTEN (podle Selima a Iskandera).

Obrázek 5 – transportní a transformační procesy dusíku v půdě [7]

Model se dělí na submodel proudění vody a submodel transportních a transformačních procesů dusíku. Při proudění vody předpokládá model izotermní jednorozměrný nestacionární režim proudění [7].

7.1.4 Transport znečištění v povrchových vodách

Produkty znečištění povrchových vod jsou splachovány ze znečištěných ploch dešťovými srážkami, erodované částice jsou uváděny do pohybu kinetickou energií dopadajících kapek a tečným napětím vody povrchově stékající do hydrografické sítě. Do povrchových vodních toků vniká znečištění z kanalizační sítě, havarijní úniky a.p. Tyto nečistoty jsou dále transportovány ve vodních tocích. Rozpuštěné látky, především dusičnany, jsou transportovány do vodních toků drenážní vodou, popř. vodou, která pochází z pozemků vývěru.

Pro výpočet odtoků, splachu a transportu znečištění v zemědělské krajině se používají různé druhy modelů, pro řešení problematiky se osvědčil model CREAMS, skládající se ze tří částí – hydrologické, erozní a chemické. Model byl M. Holým verifikován pro naše podmínky a rozpracován na pět submodelů – povrchový a podzemní odtok, erozní procesy, odtok v hydrografické síti a erozní procesy.

Znečišťující látka, která je transportována ve vodním toku tekoucí vodou, difunduje v něm následkem její proměnné koncentrace a její složení se mění vlivem výše uvedených reakcí. Podle prostorového uspořádání se používají pro řešení transportu ve vodním toku buď jednorozměrné modely, když se předpokládá, že při šíření znečištění dochází k dobrému promísení ve svlsém i vodorovném směru, nebo modely dvojrozměrné, jde-li o transport znečištění v blízkosti zaústění zdroje znečištění. Pro řešení je rozhodující znalost rychlostního pole, což umožní počítat transport znečištění [5].

7.2 Eutrofizace povrchových vod

Trofie (úživnost) vyjadřuje schopnost vodního prostředí dodávat organismům živiny, aby mohly růst, rozmnožovat se a produkovat další organickou hmotu. Trofie vyjadřuje především kvantitativní poměry živin, které mají rozhodující vliv na kvantitativní složení biocenóz.

Eutrofizace vody patří k závažným biologickým procesům, které výrazně ovlivňují kvalitu povrchových vod. Značný přísun základních rostlinných živin do povrchových vod, zejména dusíku a fosforu, a teplota vody nad 10 °C vytvářejí příznivé podmínky pro vznik eutrofizačních procesů. Zdrojem dusíku, fosforu, ale i ostatních rostlinných živin jsou především kanalizační a průmyslové čistírny, které zachytí pouze určitou část těchto živin. Eliminace živin při různých způsobech čištění městských odpadních vod (%) viz.tab.níže:

způsob čištění odpadních vod	směrodatná živina		
	N celk.	P	K
mechanické	15	20	5
mechanickobiologické (aktivace)	35	25	10
mechanickobiologické (biofiltry)	45	25	10
oxidační příkopy (bez dosazování)	15	5	10

Tabulka 4 – eliminace živin, při různých způsobech čištění odpadních vod [17]

Zdrojem fosforu v povrchových vodách jsou detergenty (tenzidy). Detergenty v odpadních vodách sídlišť tvoří polyfosfáty, které se ve vodě hydrolyzují na využitelné ortofosfáty. Závažným zdrojem živin jsou průmyslové a statkové odpadní vody, jde o odpadní vody potravinářského průmyslu, ale i ostatních průmyslových odvětví.

Dalším významným zdrojem živin jsou povrchové splachy ze zemědělsky intenzivně obhospodařovaných a hnojených pozemků, drenážní vody, úniky močůvky, kejdy, silážních vod a.p. Množství živin splachovaných do povrchových vodních zdrojů úzce souvisí s řešením ochrany povodí před účinky vodní eroze, s druhem, rozsahem a intenzitou hnojení, s pěstovanou plodinou, osevními postupy, konfigurací terénu ap.

Účinky močůvky, kejdy, silážních vod a.p. jsou důsledkem havárií nebo nedodržení technologických postupů. Koncentrace živin v povrchových vodách se neustále zvyšuje. Příznakem začínající eutrofizace je nadměrný rozvoj sinic, řas, vyšších rostlin, změna barvy a průhlednosti vody, druhově chudá biocenóza fytoplanktonu, výskyt kyslíkového maxima a minima ve skočné vrstvě, snížení nasycení až deficit kyslíku u dna v letním období, kvantitativní a kvalitativní změny fauny u dna i v příbřežní zóně, změna druhové skladby ryb a.p. U povrchových vod s pokročilou eutrofizací dochází k intenzivnímu rozvoji vodního květu, převládnutí kultury sinic, ztrátě kyslíku u dna a výskytu sirovodíku, amoniaku, mineralizovaných organických látek, tvorbě metanu ap.

Rozsah eutrofizace závisí především na obsahu dusíku a fosforu, limitujícím činitelem je fosfor, důležité jsou i ostatní látky. Pro tekoucí jsou kritické koncentrace jednotlivých látek, viz.tab. níže:

látka	oligortofie	mezotrofie	eutrofie až polytrofie
	g.m ⁻³		
CaO	0 - 25	25 - 100	100 - 300
organické látky	0 - 25	25 - 75	75 - 400
Fe (Fe ₂ O ₃)	0 - 0,025	0,3 - 1	1 - 12
Amonné soli	0 - 0,3	0 - 0,3	2 - 15
fosforečnany	0,1 - 1	1 - 3	3 - 15
chloridy	0 - 10	10 - 50	50 - 200
dusičnany	0 - 1	1 - 5	5 - 50
dusitany	0 - 0,5	0,5 - 5	5 - 15
sírany	0 - 10	10 - 50	50 - 100
uhličitany	0 - 20	20 - 80	80 - 200
mangan	0 - 0,1	0,1 - 0,5	přes 0,5
CO ₂ volný	0 - 5	5 - 10	10 - 50
SiO ₂	0,5 - 5	5 - 25	25 - 50

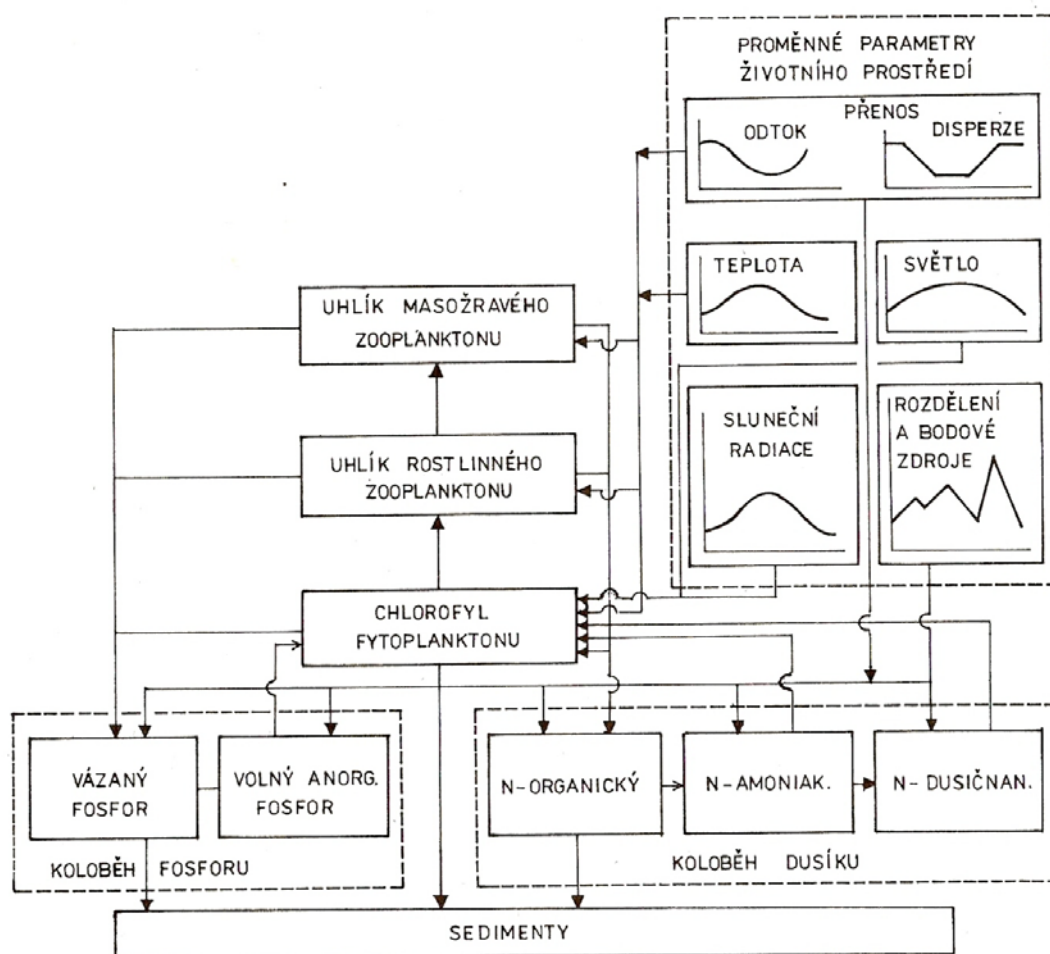
Tabulka 5 - tekoucí vody a jejich kritické koncentrace jednotlivých látek [17]

Kritické hodnoty obsahu dusíku a fosforu činí 10 mg.m^{-3} u P-PO_4 a 300 mg.m^{-3} u N-minerálního. Příпустné zatížení pro N_{celk} a P_{celk} (g.m^{-3}) za 1 rok v závislosti na hloubce nádrže, viz tab.níže:

průměrná hloubka do (m)	přijatelné zatížení až do		nebezpečné zatížení až do	
	N	P	N	P
5	1,0	0,07	2,0	0,13
10	1,5	0,1	3,0	0,2
50	4,0	0,25	8,0	0,5

Tabulka 6 Příпустné zatížení pro N_{celk} a P_{celk} (g.m^{-3}) za 1 rok v závislosti na hloubce nádrže [17]

Vznik a průběh eutrofizace povrchových vod je možné modelovat, k tomuto účelu bylo zpracováno několik modelů. Náznorné blokové schéma vzájemných kinetických vztahů ve vodním ekosystému podle viz blokové schéma níže:



Obrázek 6 - blokové schéma vzájemných kinetických vztahů ve vodním ekosystému [17]

Do modelu vstupuje 15 proměnných – chlorofyl α v řasách a ostatních rostlinách, uhlík obsažený v rostlinném a živočišném těle, dusík organický, amoniakální a dusičnanový, fosfor vázaný a rozpustný, křemík nerozpustný a rozpustný uhlík obsažený v detritu, v rozpustných anorganických látkách, alkalita vody a rozpuštěný kyslík.

7.3 Samočisticí schopnost

V řekách a vodních nádržích probíhají složité pochody, při nichž dochází k postupnému, různě rychlému zlepšování kvality vody bez přispění člověka. Tento jev se nazývá samočisticí schopnost vody, kterou tvoří soubor fyzikálních, chemických a biologických procesů, jimiž se povrchová voda zbavuje znečištění.

Znečištění povrchových vod v zemědělské krajině lze rozdělit na autochtonní znečištění, vyvolané odumřelými organismy rostlinného a živočišného původu, znečištění splachy z území nenarušeného člověkem a srážkovou vodou znečištěnou přírodními činiteli. Druhou skupinu tvoří alochtonní znečištění, které způsobují tuhé, kapalné a plynné odpady produkované antropogenní činností člověka. V zemědělské krajině jde především o smyvy ze zemědělsky obhospodařovaných ploch, vývěry podzemní vody drenážními odtoky znečištěné podpovrchové a podzemní vody, odtoky odpadních vod ze zemědělské a přidružené výroby, odtoky znečištěných dešťových srážek a odtoky různých kapalných odpadů a havarijních úniků.

V procesu samočištění dochází k postupnému odbourání a mineralizaci organických látek souborem fyzikálních, chemických a biologických pochodů, jejichž podíl na výsledném čistícím efektu je různý. K hlavním činitelům ovlivňujícím samočištění patří druh a koncentrace znečištění přicházejícího do vodního prostředí, rozložitelnost a toxicita jednotlivých složek znečištění, teplota, hloubka, rychlost proudění vody ve vodním prostředí, reakce a složení vody, zejména obsah kyslíku, druh a množství mikroorganismů ve vodě, meteorologické činitele, především sluneční radiace, teplota, vítr, dešťové srážky, znečištění vody ropnými látkami a tenzidy, znemožňujícími přestup kyslíku do vody, výskyt a složení vodních rostlin ap.

Procesy samočištění se dělí na aerobní a anaerobní. Aerobní procesy probíhají za dostatku kyslíku, bakterie se spolupodílejí na procesu oxidace. Anaerobní procesy probíhají za nedostatku kyslíku a jsou to procesy hnilobné. Z organického materiálu se vytvářejí meziprodukty, které zůstávají buď ve vodě, nebo unikají z vody jako plyny. K nejdůležitějším meziproduktům patří metan, sirovodík, amoniak a mastné kyseliny. Jednotlivé procesy čištění se mnohdy vzájemně prolínají a mají několik přechodných mezistupňů mezi aerobním čištěním [7].

7.3.1 Fyzikální činitele samočištění

K nejdůležitějším jevům fyzikálního samočištění patří usazování látek. Proces usazování ovlivňuje rychlost proudění, hloubka vody, sedimentační vlastnosti a koncentrace suspendovaných částic, především jejich měrná hmotnost a sedimentační rychlost, teplota, dynamická viskozita vody aj.

V procesu samočištění dochází ke koagulaci, flokulaci a následně sedimentaci usaditelných látek. Suspenze se dělí na vločkovité, s proměnnou rychlostí sedimentace, podléhající koagulaci, a zrnité, s konstantní rychlostí sedimentace.

Proces sedimentace ve vodních tocích ovlivňuje rychlost proudění vody v korytě a rovnoměrnost rozdělení suspendovaných částic v profilu vodního toku.

Teplota vody výrazně ovlivňuje fyzikální, chemické a především biologické procesy ve vodách. Hlavním zdrojem tepla je sluneční záření, které po dopadu na hladinu částečně proniká do vody, kde je adsorbováno a přeměněno na teplo. Dalším zdrojem tepla je styk vody se zeminou, přívod oteplené vody ap. V nádržích se teplo šíří molekulární a turbulentní difúzí, vodu mísí vítr, ve vodních tocích zajišťuje míšení a šíření tepla turbulentní pohyb vody v korytě. Teplotu vody výrazně ovlivňují břehové porosty.

Během roku nastávají u nádrží 4 charakteristická období:

- a) Období jarní homotermie s dobou trvání od několika dnů po několik týdnů, kdy je teplota vody přibližně stejná v celém profilu nádrže a blíží se 4 °C.
- b) Období letní stratifikace, které v našich podmínkách trvá asi 6 měsíců. Toto období je charakteristické intenzivním prohříváním povrchové vrstvy s maximem v červenci a počátkem srpna.
- c) Období podzimní homotermie trvá několik týdnů a vyznačuje se stejnými teplotami od hladiny ke dnu. Tyto teploty postupně klesají až na hodnotu blízkou 4 °C.
- d) Období zimní inverze, které trvá 2 – 3 měsíce a je charakteristické vyššími teplotami u dne než u hladiny. Teplota vody směrem od zamrzlé hladiny dolů má vzestupný charakter a u dna dosahuje hodnot kolem 4 °C; led tvoří izolační vrstvu, oddělující nádrž od vnějších vlivů.

Průběh stratifikace a homotermie ovlivňují především tyto faktory: hloubka nádrže, zdržení vody v nádrži a intenzita promíšení horních vrstev větrem. Hloubku nádrže charakterizují geomorfologické charakteristiky nádrže. Doba zdržení závisí na hydrologických poměrech a tvaru nádržní pánve. Vliv větru pak vyplývá z klimatických poměrů daného území a geomorfologie nádržní pánve a jejího okolí.

Z hlediska teplotního rozhraní je důležité určení teplotní skočné vrstvy. Která odděluje teplotní zóny s odlišnými samočisticími procesy. Sluneční záření ovlivňuje rozhodujícím způsobem průběh fotosyntézy, rozvoj zooplanktonu a fytoplanktonu, vodních rostlin, výpar ap. a tím i celkový průběh chemických a biologických dějů a celkový samočisticí účinek [7].

7.3.2 Chemické činitele samočištění vody

Spolupůsobící především v hydrolýze a oxidaci látek nacházejících se ve vodním prostředí a napomáhají fyzikálním a biologickým samočisticím procesům. Hlavními zdroji kyslíku ve vodě je kyslík z atmosféry, získaný na přechodu mezi atmosférou a vodní hladinou a kyslík z procesu fotosyntézy vodních rostlin. Vodu lze prokysličovat uměle, například tlakovým vzduchem, mechanickými hladinovými

aerátory aj. Voda se prokysličuje rozptýlením do vzduchu. Deštěm, přelivy, čeřením nárazem na překážky aj.

Přestup kyslíku do vody u nádrží výrazně ovlivňuje vítr, u vodních toků je to pohyb vody v korytě. U hlubších nádrží dochází k vertikální zonaci kyslíku

Průběh samočisticích procesů výrazně ovlivňuje reakce vody. Za optimální se považuje hodnota pH 6,5 až 8. Při nízkých hodnotách pH se uvolňuje toxický hliník a zvyšuje se obsah HNO_2 , vysoká hodnota pH zvyšuje procentuální podíl nedisociovaného NH_3 . Nízké a vysoké hodnoty pH narušují až znemožňují život organismů. Zdrojem nízkých hodnot pH jsou kyselé deště.

Uhlík je nezbytný pro tvorbu organické hmoty; získává se vyplavováním hydrokarbonátů $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ z půdy, přichází s dešťovými srážkami. Významným zdrojem CO_2 je dýchání živých organismů. Obsah kyslíku a oxidu uhličitého spolu úzce souvisí. Pokles volného CO_2 ve vodě bývá převážně důsledkem intenzivní fotosyntézy fytoplanktonu a projevuje se zvyšováním alkality vody a vyvolává alkalózu ryb. Vysoký obsah CO_2 způsobuje acidózu, spojenou se ztíženou výměnou CO_2 a O_2 v krvi ryb.

Železo a mangan se vyskytují ve vodách ve formě jednoduchých solí, ale i komplexních sloučenin, jejichž formy úzce souvisejí s obsahem CO_2 a O_2 ; při alkalické reakci a přítomnosti kyslíku přecházejí dvojmocné hydrokarbonáty železa a manganu v trojmocné nerozpustné hydroxidy při současném uvolnění CO_2 . Hydroxidy železa a manganu se usazují na žábrách ryb a narušují dýchání.

Hlavními zdroji dusíkatých sloučenin jsou odpadní vody ze sídlišť, průmyslu a zemědělství, povrchové splachy především z intenzivně zemědělsky obhospodařovaných ploch a havarijní úniky. Zdrojem dusíkatých sloučenin jsou exkrementy vodních živočichů a odumírající zbytky rostlinného původu. Koncentrační změny dusíkatých sloučenin, způsobují akumulace, exkrece a příjem organických sloučenin heterotrofními mikroorganismy a vodními rostlinami, fermentativní štěpení proteinů, biologická transformace organického dusíku, tvorba amoniaku a jeho oxidace, oxidace dusitanů a dusičnanů denitrifikačními bakteriemi, zejména na spodní hranici dusíkaté zóny v hypolimniu. Pro zdraví ryb je zvláště nebezpečný obsah nedisociovaného amoniaku NH_3 , jehož letální dávky se pohybují od $0,2$ do 2 g.m^{-3}

Síra se vyskytuje převážně ve formě síranů a v nepřítomnosti kyslíku H_2S . Pro proces samočištění a výstavbu živých buněk jsou nezbytné křemík ve formě rozpuštěné nebo koloidní kyseliny křemičité, rozpuštěný vápník a hořčík jako hydrogenuhličitany, draslík a sodík, nejčastěji ve formě chloridové, uhličitánové a síranové. Zdrojem fosforu je organické znečištění vody, splachy průmyslových hnojiv ap. Přípustná koncentrace fosforu by v tekoucích vodách neměla přesáhnout $0,2 \text{ g.m}^{-3}$.

Samočisticí schopnost vodního prostředí narušují nadlimitní obsahy těžkých kovů – olova, mědi, zinku, rtuti, chrómu, kadmia, dále pak pesticidy, tenzidy a deriváty nafty [7] [18].

7.3.3 Biologické činitele samočištění

Podílejí se rozhodujícím způsobem na samočištění vody a úzce navazují na fyzikální a chemické činitele.

Mikrobiologické procesy u anaerobních pochodů samočištění zaležejí v:

- Převodu močoviny na amonné sloučeniny
- Rozkladu bílkovin na jednoduché štěpné produkty, konečným výsledkem jsou produkty mineralizace CO_2 , H_2O , NH_3 a H_2S
- Štěpení mastných kyselin při současně tvorbě metanu
- Štěpení (zkvašení) celulózy a sacharidů
- Redukci síranů na sirovodík, dusičnany na dusitany, amoniak, nebo až na volný dusík

Procesy anaerobního rozkladu jsou pozvolnější než aerobní; anaerobní hnití je převážně spojeno s pachovými závadami.

Na aerobních pochodech čištění se podílejí mikroorganismy i makroorganismy, počínaje bakteriemi a konče rybami. Bakterie zprostředkují oxidační působení kyslíku, rozkladné působení bakterií se vyznačuje spotřebou kyslíku. Bakterie potřebují ke svému životu příznivé podmínky prostředí (teplotu, chemické složení).

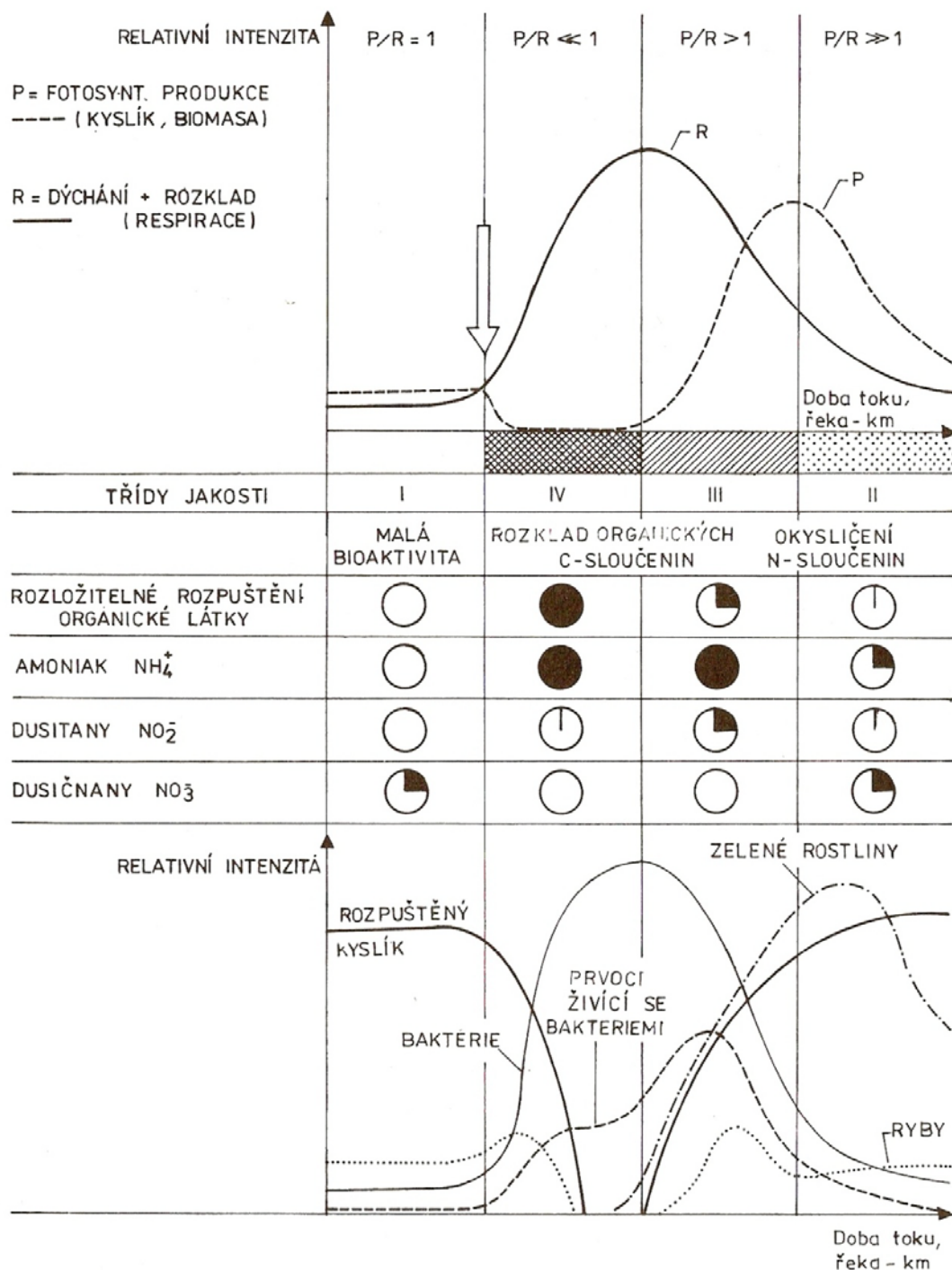
Mikroorganismy plní f-ci destruentů, kteří si nejprve organickou hmotu exoenzymy „ztekutí“ a upraví na jednodušší organické látky, jež mohou difundovat svoji buněčnou stěnou. Destruenty rozrušující mrtvou organickou hmotu označujeme jako saprofyty, destruenty rozrušující živou organickou hmotu jako parazity. Mezi destruenty patří viry, spirochéty, bakterie a houby.

Bakterie jsou potravou prvoků, nejčastěji bičíkovců a nálevníků; podíl prvoků na samočištění vody je minimální, částečně se podílejí na adsorpci koloidů. Pro samočištění mají význam bezobratlí a vyšší živočichové, kteří filtrují vodu. Patří sem i sladkovodní houby, některé druhy měkkýšů a mlžů, červi rodu Tubifex, rybniční škeble aj. Další vyšší živočichové se podílejí na samočištění nepřímo v roli konzumentů a tvoří části řetězce přeměny organické hmoty. Živí se hotovými organickými látkami, například bakterie jsou potravou prvoků, prvoci vířníků, korýšů a rybího potěru, vířníci jsou potravou larev hmyzu a ryb. Konzumenti nevylučují exoenzymy. Mnoho živočichů se živí odumřelými organismy.

Významnou úlohu v procesu samočištění mají nižší a vyšší rostliny, které plní f-ci producentů; živí se minerálními roztoky živin a syntetizují z nich organické látky. Zdrojem energie je sluneční záření (fotosyntéza) nebo anorganické reakce (chemosyntéza). Při fotosyntéze produkují rostliny kyslík; mezi producenty patří všechny zelené rostliny.

Vyšší vodní rostliny působí jako mechanický filtr zachycující suspendované látky; z vodního prostředí odebírají mineralizované látky, které akumulují ve svém těle. Zvláště výhodná jsou helofyta, která mají na stoncích, kořenech a oddencích vyvinutou soustavou vzájemně propojených vzdušných prostor, které vedou kyslík z atmosféry až do kořenové zóny. Část kyslíku uniká do okolí z kořenů a oddenků,

okysličuje je a umožňuje aerobní režim rozkladu. Schematizovaný průběh samočištění v úseku vodního toku podle je znázorněn na schématu níže, schéma průběhu samočištění; P-fotosyntetická produkce, R – dýchání a rozklad; místo přítoku odpadní vody je označeno šipkou):



Obrázek 7 - Schematizovaný průběh samočištění v úseku vodního toku [7]

V horní části je uvedena změna poměru fotosyntetické produkce (P) k dýchání a rozkladu (R) před zaústěním odpadních vod a po něm, ve střední části

je znázorněn sled oxidace organických dusíkatých a uhlíkatých sloučenin a v dolní části změny relativních podílů různých skupin organismů osídlení v závislosti na organickém zatížení a obsahu dusíku [7] [15].

8. Dusík, Fosfor

8.1 Fosfor

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých půd, minerálů a zvětralých hornin. Obsah fosforu v půdách se pohybuje v rozmezí od 400 do 1200 mg.kg⁻¹.

Antropogenním zdrojem organického fosforu mohou být některé prací, čistící, odmašťovací a mycí prostředky, včetně protikorozních a protiinkrustačních přípravků. Zdrojem anorganického i organického fosforu je fosfor obsažený v živočišných odpadech. Významným bodovým zdrojem mohou být velkochovy hospodářských zvířat. Zdrojem fosforu organického původu je rozkládající se biomasa fytoplanktonu a zooplanktonu usazující se na dně jezer, nádrží a toků. Sloučeniny fosforu se dostávají do povrchových vod i z atmosférických depozic.

Formy výskytu

Celkový fosfor (P_T , P_{celk} , P_C .) Ve vodách se dělí na rozpuštěný (P_{rozp}) a nerozpuštěný (P_{nerozp}). Rozpuštěný a nerozpuštěný fosfor se dále dělí na anorganicky vázaný (P_{anorg}) a organicky vázaný (P_{org}). Rozpuštěný anorganicky vázaný fosfor se dále dělí na orthofosforečnanový (P_{ortho}) a polyfosforečnanový (P_{poly}).

Ukázalo se, že fytoplankton je schopen využívat ne jenom rozpuštěný orthofosforečnanový fosfor, ale rovněž orthofosforečnany adsorbovaný na povrchu nerozpuštěných látek, nazýváme biologicky dostupný (využitelný) fosfor.

Nerozpuštěný anorganicky vázaný fosfor je tvořen různými fosforečnany Ca, Mg, Fe, Al, aj., buď volně dispergovanými, nebo chemicky či sorpčně vázanými na jiných organických, nebo anorganických nerozpuštěných látkách a sedimentech. Nerozpuštěný organicky vázaný fosfor je přítomen v různých organismech jako fosfolipidy, fosfoproteiny, nukleové kyseliny, aj.

Rozpuštěný anorganicky vázaný fosfor se může vyskytovat ve vodách ve formě jednoduchých nebo komplexních orthofosforečnanů, nebo polyfosforečnanů v iontové, nebo neiontové formě.

Výskyt ve vodách

Při výrobě pracích a čistících prostředků obsahujících fosfor se většinou používá trifosforečnan pentasodný $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ se zkratkou TPP, protože technický výrobek není 100%, předpokládá se, že 1 mg je přibližně 4 mg TPP.

Vzhledem k tvorbě málo rozpustných fosforečnanů s Ca, Mg, Fe, Al, apod. vzhledem k jejich významné chemisorpci na tuhých fázích (hlinitokřemičitany, hydratované oxidy, sedimenty) se fosforečnany vyskytují v přírodních a užitkových vodách jen ve velmi nízkých koncentracích, které jen výjimečně převyšují 1 mg.l⁻¹.

V důsledku chemických, biochemických a sorpčních procesů dochází v jezerech a nádržích k vertikální stratifikaci fosforu s periodickými změnami během roku.

Fosforečnany se významně sorbují na dnových sedimentech avšak za určitých podmínek může naopak dojít k uvolnění sloučenin fosforu zpět do kapalné fáze.

Podstatně vyšší koncentrace fosforu se nacházejí ve splaškových odpadních vodách, kde fosfor pochází jednak z fekálií, jednak z některých pracích a čistících prostředků.

Význam

Sloučeniny fosforu mají významnou úlohu v přírodním koloběhu látek, nezbytně pro nižší i vyšší organismy, které je přeměňují na organicky vázaný fosfor. Po uhynutí a rozkladu organismu se fosforečnany opět uvolňují do prostředí. Zvláště významně fosforečnany uplatňují v růstu zelených organismů ve vodě, proto bývá jejich koncentrace ve vodě, nádržích a jezer nejvyšší v letním období, kdy probíhá intenzivní fotosyntetická asimilace. Fosfor má klíčový význam pro eutrofizaci povrchových vod.

V podzemních vodách mají fosforečnany indikační význam. Pokud jejich koncentrace v těchto vodách náhle vzroste, svědčí to o možnosti fekálního znečištění (pokud lze vyloučit znečištění způsobené fosforečnanovými hnojivy). Vzhledem k eutrofizaci je celkový fosfor uveden jako ukazatel přípustného znečištění povrchových vod. Obecný imisní standard pro celkový fosfor je $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$.

8.2 Dusík

Dusík spolu s fosforem patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Patří do skupiny nutrietů. Uplatňuje se při všech biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách.

Sloučeniny dusíku mohou být buď anorganického nebo organického původu. Významným zdrojem dusíku jsou odpadní vody ze zemědělství, z živočišné výroby jde především o amoniakální dusík. Dále jsou to splachy ze zemědělsky obdělávané půdy hnojené dusíkatými hnojivy a některé průmyslové odpadní vody. Podle okolností dochází k vyplavování dusičnanů z půd, v období vegetačního klidu je vyplavování dusičnanů podstatně vyšší, než v období vegetačním.

V atmosféře se vyskytují oxidy N_2O , NO , NO_2 , NH_3 , které jsou buď přírodního nebo antropogenního původu (NO a NO_2 – vedlejší produkt spalování). Reakcemi NO a NO_2 v ovzduší vznikají v atmosférických vodách dusitany a dusičnany. Dominantním zdrojem amoniakálního dusíku v ovzduší je biologická produkce. Hlavním zdrojem dusíku v půdě je hnojení, fixace dusíku biogenními procesy a srážkové vody.

Formy výskytu

Dusík se vyskytuje ve vodách v různých oxidačních stupních (-III, -I, 0, +I, +III, +V). Ve vodách se stanovuje celkový dusík (N_{celk}), který se dále dělí na organicky

vázaný a anorganicky vázaný dusík (N_{anorg} , N_{org}). Mezi hlavní formy anorganicky vázaného dusíku patří amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík. Dusitany a dusičnany patří k tzv. oxidovaným formám dusíku. Organicky vázaný dusík ve vodách ve formě bílkovin a jejich rozkladných produktů (peptidů, aminokyselin), močoviny, alifatických a aromatických aminů, aminosacharidů, apod.

Biochemické a chemické přeměny

Sloučeniny dusíku jsou ve vodách málo stabilní a podléhají v závislosti na oxidačně-redukčním potenciálu a hodnotě pH zejména biochemickým přeměnám.

Dusičnany jsou stabilní při relativně vysokých hodnotách oxidačně-redukčního potenciálu, kde jsou nejstabilnější formou existence sloučenin dusíku, při anoxických podmínkách mohou dusičnany podléhat redukci na elementární dusík. Dusitany vzhledem ke své chemické labilitě, nejsou převažující formou dusíku.

Organické dusíkaté látky se rozkládají mikrobiální činností a dusík se obvykle uvolňuje deaminací jako dusík amoniakální, který organismy opět využívají pro syntézu nové biomasy. V anaerobních podmínkách se již amoniakální dusík dále nemění, avšak v aerobních podmínkách podléhá nitrifikaci, až na dusičnany, které jsou konečným produktem oxidace organicky vázaného dusíku.

Redukce elementárního dusíku na dusík amoniakální ve vodách realizují motýlokvěte rostliny a sinice, které vzniklý amoniakální dusík využívají pro tvorbu své biomasy, hovoříme o fixaci dusíku.

Z biochemických přeměn anorganických forem dusíku je nejdůležitější oxidace amoniakálního dusíku na dusitany až dusičnany (nitrifikace) a redukce dusičnanů na elementární dusík (denitrifikace).

Amoniakální dusík

Amoniakální dusík je primárním produktem rozkladu většiny organických dusíkatých látek živočišného a rostlinného původu. Antropogenním zdrojem dusíku organického původu jsou především splaškové odpadní vody, odpady ze zemědělských výroby, apod. Nezanedbatelným zdrojem amoniakálního dusíku ve vodách mohou být i emise amoniaku v okolí závodu živočišné velkovýroby, množství unikajícího amoniaku do vzduchu bývá v okolí úložišť exkrementů značné, např. roční emise amoniaku z chovu krav se blíží až 60 kg na 1 dojnici. Antropogenním zdrojem dusíku anorganického původu jsou především dusíkatá hnojiva, která se infiltrací a splachem ze zemědělsky obdělávaných ploch se dostávají do vod podzemních a povrchových.

Výskyt ve vodách

Amoniakální dusík se vyskytuje ve vodách jako kation NH_4^{4+} a v neiontové formě jako NH_3 .

V podzemních vodách se vyskytuje amoniakální dusík obvykle ve velmi nízkých koncentracích. Výjimkou jsou podzemní vody kontaminované fekáliemi nebo dusíkatými hnojivy.

V povrchových vodách nepřevyšují koncentrace amoniakálního dusíku obvykle 1 mg.l^{-1} . Relativně vyšší koncentrace lze nalézt ve vodách z rašelinišť.

Splaškové odpadní vody jsou na amoniakální dusík bohaté, koncentrace se pohybují v desítkách mg/l. Mimořádně vysoké koncentrace dusíku lze zjistit v některých průmyslových odpadních vodách a v odpadech ze zemědělství. Například odpady ze silážování obsahují koncentrace N_{amon} až 400 mg.l^{-1} a močůvka dokonce až 7000 mg.l^{-1} . Vysoké koncentrace amoniakálního dusíku obsahují rovněž odpadní vody z kafilérií.

Amoniakální dusík působí velmi toxicky na ryby, toxicita však závisí do značné míry na hodnotě pH, protože toxický účinek nemá ion NH_4^+ , ale disociovaná molekula NH_3 , protože snáze proniká buněčnými membránami.

Nedisociovaný amoniak působí rovněž toxicky na zooplankton. Významný pokles biomasy zooplanktonu již při koncentracích $2,5 \text{ mg.l}^{-1}$.

Dusitany

Vznikají zejména biochemickou oxidací amoniakálního dusíku (nitrifikací). Zvýšená koncentrace dusitanu se může vyskytovat ve vodách v intenzivních chovech ryb. V přírodních vodách z anorganických forem dusíku dusitany nedominují, protože v oxických podmínkách jsou rychle transformovány nitrifikací na dusičnany.

Náhlý vzrůst dusitanů v podzemních vodách může indikovat fekální znečištění.

Dusitany působí toxicky na ryby, dusitany pronikají žaberním epitelem do krve a tvoří methemoglobin, který nemá schopnost přenášet kyslík.

Dusičnany

Jsou konečným produktem mineralizace organicky vázaného dusíku. Za oxických podmínek jsou stabilní, za anoxických podmínek podléhají biologické denitrifikaci [19].

9. Zhodnocení vlivu zemědělství na kvalitu povrchových vod

Zemědělství dominuje pevnině evropského kontinentu, zemědělství zažívá industrializaci a přináší změny, které vedou z dramatickým změnám v životním prostředí. Má vliv na kvalitu povrchových vod. Široký rozsah znečišťujících látek může dosáhnout k povrchovým vodám buď přes podzemní vody, nebo přes odvodňovací příkopy, včetně umělých hnojiv, insekticidů, herbicidů, pesticidů a zemědělských odpadních vod, všechno toto je potenciálně velmi škodlivé. Pozemní nádrže silně trpí vlivem zemědělství, některý z důvodů následuje :

Obdělávání půdy/orba – způsobuje sediment a kalnost, sediment nese fosfor a pesticidy absorbované v sedimentačních částicích, způsobuje zanášení břehů, ztrátu přirozeného prostředí, míst pro tření ryb a.p.

Hnojení – odtok živin, hlavně fosforu, vede k eutrofizaci, způsobuje pachutí a zápach vod.zdrojů. nadbytek řas potom vede k úbytku kyslíku ve vodě a následně k úhynu ryb.

Mrva – špatná jen, jeli zanášena v zimním období, výsledek je vysoký stupeň kontaminace, voda přijímá patogeny, kovy, fosfor a živiny vedoucí k eutrofizaci a potenciální kontaminaci.

Pesticidy – odtok vede ke kontaminaci vodstva a bioty, dysfunkce ekologického systému v povrchových vodách se ztrátou predátorů vede k překážkám a reprodukčnímu selhání. Pro lidi pak veřejné zdravotní rizika z jídla, např., ryby. Pesticidy jsou nesený po troškách přes velké vzdálenosti a kontaminují vodní systém 1000ce km od zdroje, např. tropické pesticidy detekované u arktických savců.

Zvířecí ohrady – kontaminují povrchové vody mnoha patogeny, např.: bakterie, viry a.p. vedoucí k chronickým zdravotním problémům. Dále kontaminace kovy obsahující moč a fekálie.

Zavlažování – odtok solných roztoků, vedoucí k salinitě povrch.toků, odtok umělých hnojiv a pesticidů do povrch.vody, to přináší ekologické škody, bioakumulaci ve věcech k jídlu.

Zlepšení – zemědělství ve velkém měřítku vyžaduje jednotvárné pole tvořené odvodněním mokřin, náprava by vedla k zalesnění, zachování luk a malých lesíků(remízky)

Nakládání s vodami – vede k změlčování rezervoárů a zvýšení koncentrace škodlivin.

Holoseč – eroze zemně vede k velké kalnosti toku, ucpání dna bahnem, ztráta původních tvarů. Přerušení a změna hydrologického režimu, často se ztrátou stálosti toku, způsobuje často zdravotní problémy výměnou za ztrátu pitné vody.

Lesnictví – široký rozsah efektů: odnos pesticidů a kontaminace povrchových vod , erozní a sedimentační problémy a.p.

Akvakultura – uvolnění pesticidů a velkého stupně živin do povrchové a podzemní vody skrz krmivo a fekálie, vede k vážné eutrofizaci. Povrchové rezervoáry silně trpí zemědělstvím.

Jak můžeme zkusit předejít zemědělskému znečištění ?

Kodex dobré zemědělské praxe

Byl stvořen pro farmáře, dávající detailní rady o chování, uskladnění, aplikace, dále nakládání s tuhými a kapalnými odpady, hnojivy, palivy, pesticidy, dusičnany, naložení se zdechlinami ap.

Některé dobré postupy:

- Přechod k organickému zemědělství
- Redukce orby na podzim
- Zdržení se orby zbytků po úrodě
- Redukce množství umělých hnojiv, aplikace mrvy, kejdy
- Dřívější osev podzimních plodin
- Ponechat zbytky po úrodě na povrchu, vyvarovat se jejímu odkryvu
- Bezpečnostní řízení pro nakládání se zemědělskými odpady

10. Praktická část

Bílovka

Správné údaje toku:

- Jméno: Bílovka (říční kilometr: 0,0 – 23,7)
- Plocha povodí: 142,2 km²
- Řád toku: 2
- Průměrné roční srážky: 703 mm H₂O sloupce
- Průtok: Průměrný průtok u ústí činí 0,7 m³s⁻¹
- Průměrná roční teplota: + 9 °C

Přírodní charakteristiky vodního toku:

Geologické:

Horní část toku – v horní části toku protéká Bílovka údolím, mělce zahloubeným v plochem reliéfu Vítkovské vrchoviny, tvořící východní část Nížkého Jeseníku. Na spodnokarbonských břidlicích a drobách.

Na území Bílovce - přechází vodní tok do Moravské brány a protéká plochou Klimkovickou pahorkatinou, tvořenou pleistocenními sedimenty kontinentálního zalednění (spraše) s častými překryvy sprašových hlín, na nichž převažují luviskové půdy.

Dolní část toku - Bílovka teče rovinou Oderské nivy, tvořenou mladopleistocenními (spraše, spraš.hlíny) a holocenními sedimenty (aluvia a splachové uložení).

Klimatologické: mírně teplá oblast

Hydrologické: středně vodná oblast, s velmi malou retenční schopností, silně rozkolísaným odtokem a středním koeficientem odtoku.

Pedologické poměry: kyselé kambizemě (původní místo lesů, malý sorpční komplex), často oglejené (vznik zamokřením/vysušením), které jsou ve sníženinách nahrazovány pseudogleji (podloží se snížena drenážní schopnost). Potenciální eroze půdy proudící vodou je nízká až střední.

Popis stavu toku

V pramenném úseku tvoří Bílovka východní hranici přírodní rezervace Leskovecký chodník, kde jsou chráněny přírodě blízké smíšené porosty buku, jedle a smrku s příměsí modřínu. V úseku Vilémův Dvůr-Bílovec protéká Bílovka přírodním parkem Oderské vrchy, na dolním toku se dostává na území CHKO Poodří.

Největším městem kterým protéká je Bílovec. Je to významný tok pro zdejší oblast. Jsou na ní vybudovány dvě vodní nádrže a vlévá se do ní potok Břízka, Slatina, Sezina a říčka Jamník, která napájí Bíloveckou přehradu.

Přítoky Bílovky

- Skřipovský potok
- Břízka
- Slatina
- Jablůňka
- Sezina (1, 2, 3)
- Setina
- Setina – Hrabství
- Hlubočský potok
- Jamník

Vegetační doprovod

- Pramenný úsek – lesní krajina (smrkový porost)
- Po Bílovec – zemědělsko lesní krajina (převaha polí)
- Pod Bílovcem – zemědělsko polní krajina

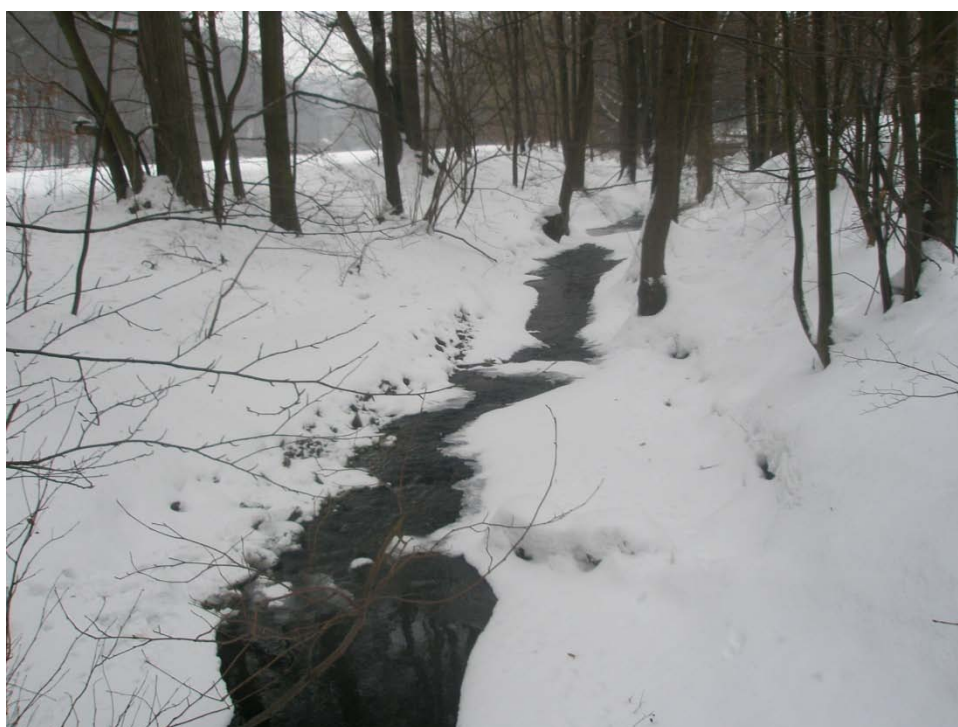
Pramenná část

Bílovka pramení v přírodní rezervaci Leskovecký chodník kde není patrný žádný vliv zemědělství, jelikož tok v těchto místech protéká zalesněným územím. Koryto je neregulované a neupravené, zachovává si zde přirozený tvar a členitost. Tok je přirozeně meandrující.



mapa 1 – pramenná část Bílovky

Půda je tvořená mokřými gleji se stagnující vodou. Porost velkých olšin dále přechází do nivního prostředí, hranice není ostrá.



Obrázek 8 - pramenná část Bílovky

½ toku intravilánem**mapa 2 – ½ toku v intravilánu**

Takřka v celé délce je niva Bílovky ovlivněna komunikací, značná část je ovlivněna též venkovskou zástavbou. Stará Ves – Bílovec – Velké Albrechtice, přes tyto obce Bílovka protéká, kolem ní je v celé délce koryto upravené pro potřeby intravilánu a zamezení negativních účinků na majetky. Pod Bílovcem je patrný přechod do zemědělské krajiny, okolní kopce tvoří zemědělskou krajinu, z níž odvodnění končí právě v Bílovce, která je páteřním tokem oblasti. Pod obcí Velké Albrechtice již není koryto regulované, protéká přímo zemědělskou lokalitou, kde zůstal ponechán pouze břehový vegetační doprovod, tvořící hranici mezi tokem a polnostmi.



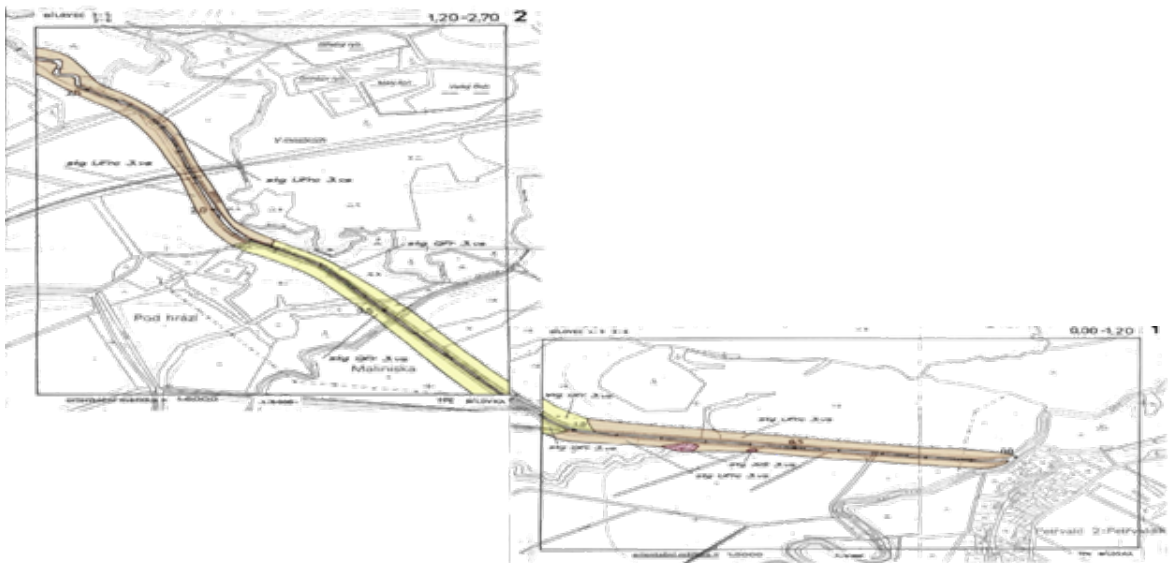
Obrázek 9 – Bílovka v intravilánu

Oblast ústí



mapa 3 – oblast ústí

Bílovka vstupuje do oblasti CHKO Poodří



mapa 4 – oblast ústí

V oblasti ústí je koryto Bílovky tvořené prizmatickým kanálem na němž jsou následující nedostatky:

Napřímená trasa – ve snaze odvést co nejrychleji vodu ze zájmové oblasti a umožňovat vyústování systému plošného odvodnění, proto došlo k několika negativům vyvolaným technickými úpravami: ztráta členitosti, snížení biodiverzity, narušení distribuce srážkových vod.

Regulační koryto – upravené pro vyšší rychlosti a průtoky lichoběžníkového tvaru s hladce opevněnými břehy.

Odvodnění inundačního území – zmenšení zásob podzemní vody v nivách jako následek plošného odvodnění a zahlubování koryt.

Prizmatický kanál, ústící do Odry – koryto upravené do lichoběžníkového tvaru se sklony cca 1:2 představuje v plochých nivách nížin cizorodý objekt.

Břehy – kamenná dlažba, která je pokryta splaveninami, na niž vznikl travní porost, ten jako takový brání erozi, protože při velké vodě tráva „lehne“ a vytvoří hladký povrch urychlující proudění.

Dno – nezpevněné .

Vegetační doprovod – řadová výsadba.



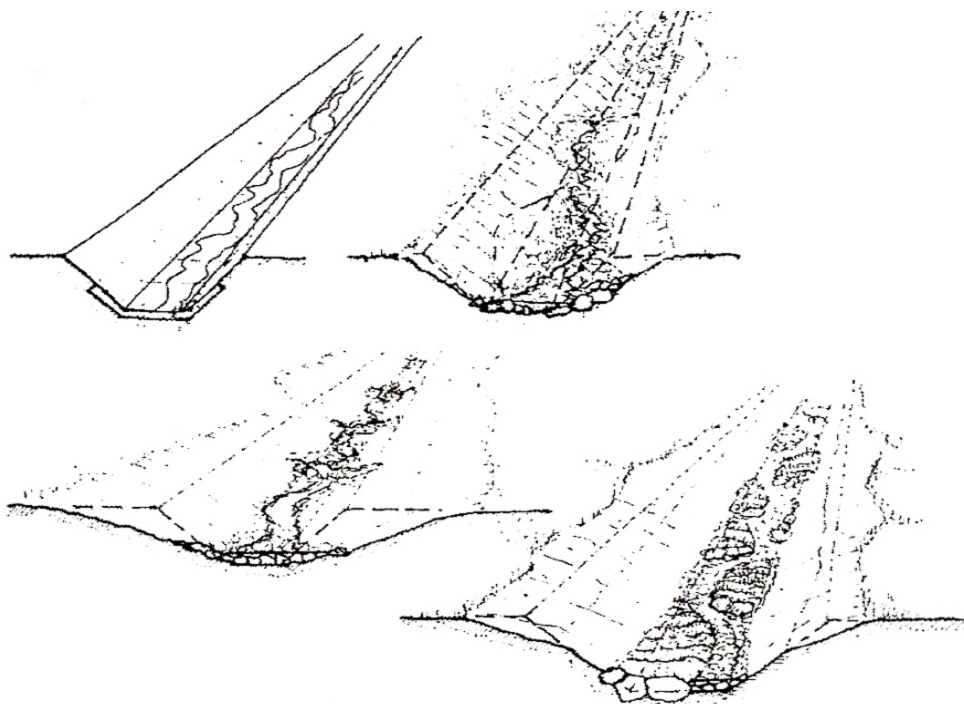
Obrázek 10 – oblast ústí

Návrh řešení:

Je třeba počítat s tím, že přirozené procesy velmi účinně likvidují lidské výtvary, úprav toků nevyjímaje, proto bych se přikláněl k tomu trochu přírodě pomoci a zbytek nechat na ní.

Odstranění nevhodného opevnění – kde potom dále je naneštěstí na naší straně příroda, koná největší díl revitalizační práce tím, že upravené koryto eroduje, zanáší a nechá obrůst zelení. Upravený povrch se nepokryje ornici a neoseje na jíl a šterku se uchytí nálety které pokud přežijí, obstály také v přirozené konkurenci s okolím a proto jsou hodnotnější, než umělá výsadba, kterou do systému vložíme oslabený prvek, o který je nutno se částečně starat.

Samovolná renaturace - využívání přirozených obnovných procesů, zanášení koryta splaveninami, zarůstání bylinami a dřevinami, postupný rozpad příčných objektů, umělých opevnění a dalších technických prvků v korytě. K renaturaci dochází v souvislosti s ústupem intenzivního zemědělství, „dožívání“ odvodňovacích zařízení a návratu k přirozenému zamokření. To nám dává cenné revitalizační efekty zadarmo, je však nutné předejít zbytečnému maření tohoto efektu údržbou vodohospodářských úprav.



Obrázek 11 – odstranění nevhodného opevnění a samovolná renaturace

Navrácení prostoru, který patří vodě – aby se vodní toky, kanály a strouhy opět proměnily v potoky a řeky, musejí dostat zpátky svůj prostor, který budou dál samovolně přetvářet, jedině tak je možné se dostat od vylepšování a zkrášlování k plnohodnotné revitalizaci [20] [21].

Vzorkování toku

Profil 1

Byl zvolen v místě kde je tok v krajině blízké přírodnímu stavu, podíl luk a polí je minimální, tok protéká zalesněným územím.

Profil 2

Byl zvolen v ½ obce Stará Ves u Bílovce, předpoklad prvotního antropogenního vlivu, a to zástavby a polní krajiny tvořící okolí obce.

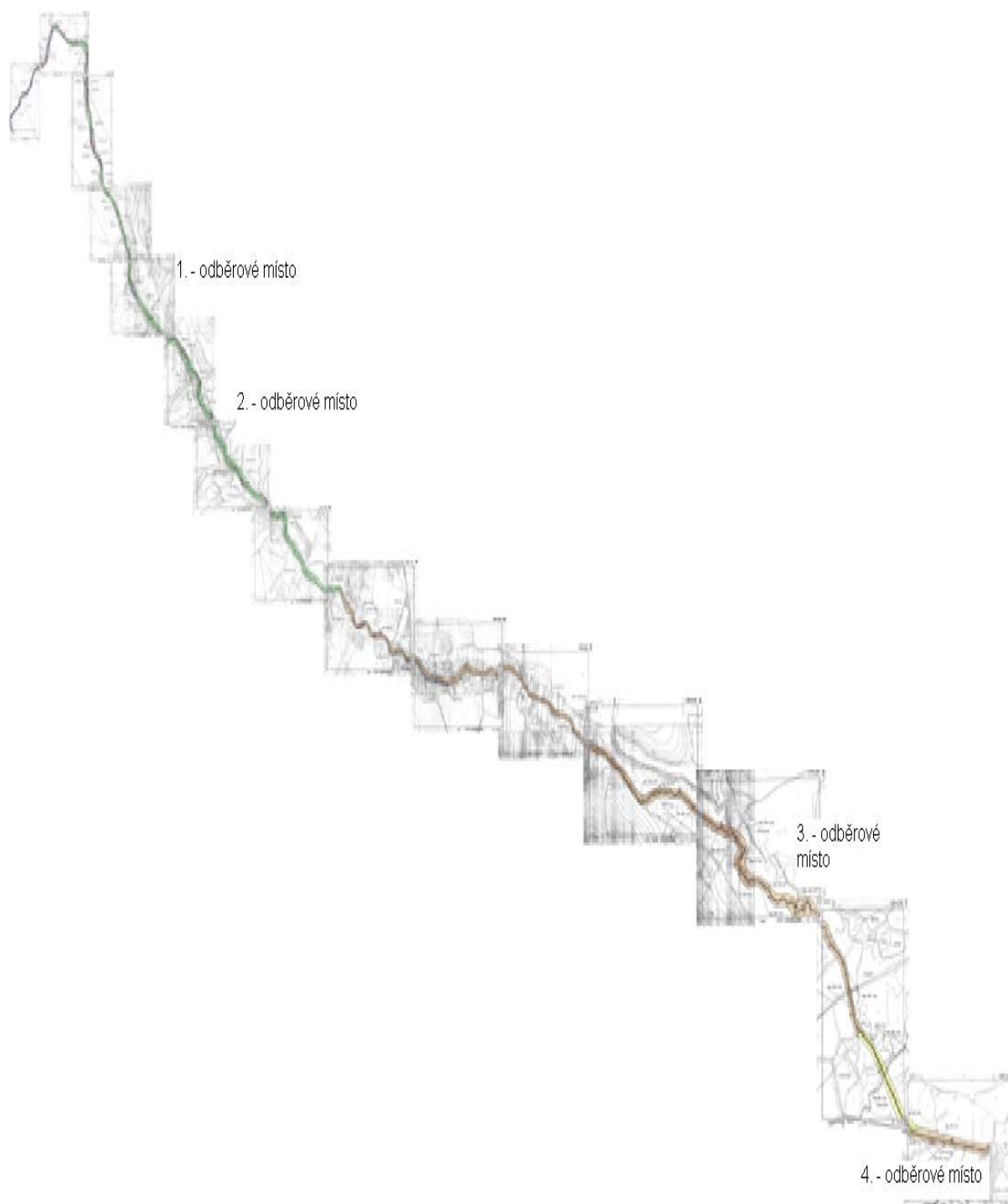
Profil 3

Zvolen za soutokem Jamníka s Bílovkou, místo se nachází za Velkými Albrechticemi, předpoklad zvýšeného působení zástavby, včetně polní krajiny vyskytující se od Bílovce až po ústí.

Profil 4

Byl zvolen těsně před soutokem Bílovky s Odrou, jako poslední místo toku, kde byl předpoklad sledovat konečný stav toku jako takového.

Vzorkování toku.



mapa 5 – Bílovka + odběrové profily

11. Závěr

Z ukazatelů byly vybrány PO_4^{3-} , N-NO_2^- , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , BSK_5 , CHSK_{Cr} z důvodů následujících:

PO_4^{3-}

Fosforečnany se významně uplatňují při růstu řas a sinic, proto má fosfor klíčový význam pro eutrofizaci. Vzhledem k eutrofizaci je celkový fosfor uveden jako ukazatel přípustného znečištění povrchových vod.

N-NO_2^-

Dusitany zpravidla doprovázejí ve vodách dusičnany a amoniakální dusík. Vzhledem ke své chemické a biochemické labilitě se vyskytují jen ve velmi nízkých koncentracích, v oxických podmínkách jsou transformovány nitrifikací na dusičnany. Mají především indikační význam.

N-NO_3^-

Dusičnany, možným zdrojem je hnojení zemědělsky obhospodařované půdy dusíkatými hnojivy.

N-NH_4^+

Antropogenním zdrojem amoniakálního dusíku organického původu, jsou z části odpady ze zemědělských výroby, emise amoniaku v okolí závodů živočišné velkovýroby. Antropogenním zdrojem amoniakálního dusíku anorganického původu jsou především dusíkatá hnojiva, která se infiltrací a splachem z obdělávaných ploch dostanou do vod. Amoniakální dusík působí toxicky na ryby.

BSK_5

Jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek v oxickém prostředí biochemickou oxidací organických, popř. anorganických látek ve vodě. Používá se jako míra koncentrace biologicky rozložitelných látek ve vodě, na rozdíl od CHSK , která postihuje látky biologicky rozložitelné i nerozložitelné.

Datum odběru byl zvolen vždy podle toho, aby reprezentoval určitý roční stav toku s ohledem na časový rozsah (11.2009 – 3.2010).

1. vzorkování

S datem 15.12.2009 bylo zvoleno jako zimní. Teplota okolo -5°C . Byl předpoklad minimálního ovlivnění erozí, splachy a výluhy.

2. vzorkování

S datem 11.3.2010 počasí umožnilo mírnou oblevu. Teplota okolo 0°C , byl předpoklad zvýšených hodnot vybraných ukazatelů.

3. vzorkování

S datem 25.3.2010, teplota již stabilně nad nulou $+4^\circ\text{C}$, předpoklad sledování prvotního ovlivnění toku po tom, co rozmrzla půda, a to umožnilo transport látek do toku.

Vyhodnocení zjištěných hodnot sledovaných ukazatelů

	1. stanoviště	2. stanoviště	3. stanoviště	4. stanoviště
datum odběru	15.12.2009			
PO_4^{3-} [mg.l ⁻¹]	pod 0,2	pod 0,2	pod 0,2	0,21
N-NO_2^- [mg.l ⁻¹]	0	0,035	0,11	0,2
N-NO_3^- [mg.l ⁻¹]	8	15	20	20
N-NH_4^+ [mg.l ⁻¹]	0,15	0,15	0,15	0,4
CHSK_{Cr} [mg.l ⁻¹]	25,55	9,65	13,56	12,14
BSK_5 [mg.l ⁻¹]	2,69	0,21	1,41	0,13
datum odběru	11.3.2010			
PO_4^{3-} [mg.l ⁻¹]	0,542	0,506	0,599	0,614
N-NO_2^- [mg.l ⁻¹]	0,029	0,033	0,089	0,076
N-NO_3^- [mg.l ⁻¹]	14,9	16,825	33,225	31,85
N-NH_4^+ [mg.l ⁻¹]	0,183	0,184	0,455	0,593
CHSK_{Cr} [mg.l ⁻¹]	1,64	19,77	19,75	106,16
BSK_5 [mg.l ⁻¹]	2,28	4,71	3,06	67,06
datum odběru	25.3.2010			
PO_4^{3-} [mg.l ⁻¹]	0,089	0,281	0,328	0,04
N-NO_2^- [mg.l ⁻¹]	0,011	0,012	0,084	0,072
N-NO_3^- [mg.l ⁻¹]	10,88	11,68	25,05	23,45
N-NH_4^+ [mg.l ⁻¹]	0,234	0,224	0,302	0,344
CHSK_{Cr} [mg.l ⁻¹]	13,58	10,31	10,48	11,73
BSK_5 [mg.l ⁻¹]	1,73	2,35	2,57	2,29

Tabulka 7 – hodnoty stanovení provedených na Bílovce

NV č. 229/2007 Sb. Ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění povrchových vod

	vodárenské účely	lososové vody	kaprové vody	obecné požadavky
PO_4^{3-} [mg.l ⁻¹]				8
N-NO_2^- [mg.l ⁻¹]		0,09	0,14	
N-NO_3^- [mg.l ⁻¹]				7
N-NH_4^+ [mg.l ⁻¹]		0,03	0,15	0,5
CHSK_{Cr} [mg.l ⁻¹]				35
BSK_5 [mg.l ⁻¹]	2,6	2		6

Tabulka 8 - vybrané ukazatele Imisních standardů

ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod.

	třídy jakosti				
	I	II	III	IV	V
PO_4^{3-} [mg.l ⁻¹]	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
N-NO_3^- [mg.l ⁻¹]	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
N-NH_4^+ [mg.l ⁻¹]	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
CHSK_{Cr} [mg.l ⁻¹]	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
BSK_5 [mg.l ⁻¹]	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15

Tabulka 9 – vybrané ukazatele jakosti povrchových vod

Klasifikace tekoucích povrchových vod se zařazují do 5 tříd jakosti:

- I neznečištěná voda
- II mírně znečištěná voda
- III znečištěná voda
- IV silně znečištěná voda
- V velmi znečištěná voda

NV č. 229/2007 Sb. Ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění povrchových vod (vybrané ukazatele Imisních standardů ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod) a norma ČSN 75 7221 (Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod) jsou uvedeny pouze orientačně, z důvodu malého počtu vzorkování není možné tyto použít. Informace byly uvedeny pouze jako obeznámení se s problematikou [22] [23].

Z výše uvedených naměřených hodnot vyplývá, že nejvyšší hodnoty byly zaznamenány při 2. vzorkování. Pravděpodobně proto, že při prvotní oblevě se uvolnily látky nakumulované v půdě.

PO₄³⁻ ukazatel nebyl překročen dle NV 229/2007 Sb., lze pozorovat navýšení směrem po proudu toku, možný vliv zástavby, obec i město jsou sice odkanalizovány, nelze vyloučit černé vypusti a splachy z polí. Zařazení II – III mírně – znečištěná voda.

N-NO₂⁻ ukazatel byl překročen pro lososové vody při prvním vzorkování na profilu 3 a 4 dle NV 229/2007 Sb. opět došlo k nárůstu hodnot směrem po proudu toku, vyjma 4 profilu, kde naopak hodnota klesá.

N-NO₃⁻ ukazatel byl překročen ve všech případech dle NV 229/2007 Sb. Významné, protože je možný původ v zemědělsky obhospodařovaném okolí. Bylo zaznamenáno navýšení hodnot v jarním období, oproti zimnímu. Dále je vidět navýšení hodnot ve 3. profilu kde se hodnoty zhruba zdvojnásobí, což může být způsobeno odnosem živin do toku, ze zemědělsky obhospodařovaných polí. Významné je zařazení dle ČSN 75 7221 do V třídy jakosti, klasifikované jako voda velmi silně znečištěná dusičnany.

N-NH₄⁺ ukazatel nebyl překročen vyjma druhého vzorkování na 4. profilu. Ve všech případech byl překročen v obecných požadavcích pro lososové a kaprové vody. Dle normy ČSN 75 7221 je voda v první půlce toku neznečištěná amoniakálním dusíkem, ale ve druhé polovině je již znečištěná mírně.

CHSK_{cr} bylo překročeno u druhého vzorkování na 4. profilu.

BSK₅ bylo překročeno v jednom případě u 2. vzorkování ve 4. profilu, dle NV 229/2007 Sb. , pro lososové vody bylo překročeno ve 2/3 případů.

12. Zdroje

1. Forchtsam, V., Prchal, J., a kol.: Zemědělská výroba v kostce, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1980. 1127 s.
2. Šarapatka, B., Dlapa, Z., Bedrna, Z.: Kvalita a degradace půdy / Olomouc : Univerzita Palackého, 2002. 246 s.
3. Soukup, M., Hrádek, F.: Optimální regulace povrchového odtoku z povodí. 1999. 46 s.
4. Simon, O., Sucharda, M.: Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní: přehled problémů a doporučená opatření, Brno: Hnutí DUHA, 2004. 31 s.
5. Holý, M. a kol.: Protierozní ochrana. Praha 1987. 288 s.
6. Šarapatka, Bořivoj - Niggli, Urs a kol. Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu, Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. 272 s.
7. Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V.: Voda v zemědělské krajině, zemědělské nakladatelství Brázda 1992. 318 s.
8. Youth farm - program "Vzdělanostní výbava farmářů v kandidátských zemích" 2005. Dostupné na WWW: <http://www.itr.si/javno/youth_farm/cz/agriculture1.html>.
9. Barták, M., Kocourek, F., Vrabec, V.: Obecná agroekologie, svazek 7, vydala Vysoká škola báňská – TUO, 1996. 134 s.
10. Ministerstvo zemědělství ČR .
11. Bearley, M.: Království zvířat. Praha 1983. 194 s.
12. ČSN 46 5750 Zásady skladování tuhých průmyslových hnojiv.
13. Hass, Reihard, Kranzl, Knappek,: Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy. *Biom.cz* [online]. 2009-12-16 [cit. 2010-04-13]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy>>.
14. Samsonová, P., Šarapatka, B., Urban, J.: Přínos ekologického zemědělství pro kvalitu podzemních a povrchových vod. Olomouc 2005. 43s.

15. P., Šarapatka, B., Urban, J. Podpora a šíření ekologického zemědělství v produkčních oblastech povodí Dunaje. Dostupné z WWW: <<http://www.pro-bio.cz/bioakademie2005/danube/3.htm>>.
16. Malý, M., Šálek, J.: Výzkum hygienických a některých technických problémů závlah odpadními vodami, Brno 1970. 122 s.
17. Sládeček, V.: K problematice vztahů mezi saprobitou a trofií. Vodní hospodářství, řada B, Praha 1976. 93 s.
18. Tóth, D., Kmeť, T.: matematické modelování nitrifikačních procesů ve vodní nádrži, Voda a životní prostředí, Bratislava 1983.
19. Pavel Pitter – Hydrochemie, VŠCHT Praha 2009. 578 s.
20. Just, T., Šámal, V., Dušem, M. a kol.: Revitalizace vodního prostředí – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (2003) 144 s.
21. Buček, A., Štykar, J., Maděra, P., Klečka, J., Lojkásek, B., Ďuriš, Z.: Bílovka. Ostrava 2006. Dostupné na WWW: <http://pod.cz/projekty/flora_a_fauna/VHPSK/DatrekySk/bilovka.html>.
22. 61/2003 Sb. ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění povrchových vod. Dostupné na WWW: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/6966/place>
23. ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod. Praha: Český normalizační institut. 1998.

13. Seznam obrázků

Obrázek 1 - eroze	2
Obrázek 2 – vlivy působící na pesticidy	7
Obrázek 3 – skladování a kompostování statkových hnojiv	16
Obrázek 4 – jeteloviny.....	16
Obrázek 5 – transportní a transformační procesy dusíku v půdě	24
Obrázek 6 - blokové schéma vzájemných kinetických vztahů ekosystému	27
Obrázek 7 - Schematizovaný průběh samočištění v úseku vodního toku	32
Obrázek 8 - pramenná část Bílovky	40
Obrázek 9 – Bílovka v intravilánu	42
Obrázek 10 – oblast ústí	44
Obrázek 11 – odstranění nevhodného opevnění a samovolná renaturace	45

14. Seznam grafů

Graf 1 – spotřeba pesticidů	9
Graf 2 – Vyplavení dusíku ($\text{kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$) a koncentrace dusičnanu v průsacích	14
Graf 3 - Střední obsahy dusičnanů ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v průsakových vodách	15
Graf 4 - úniku organické hmoty a amoniaku v závislosti na vzdálenosti od středního postřikovače	22

15. Seznam tabulek

Tabulka 1 – vývoj spotřeby minerálních hnojiv v ČR.....	11
Tabulka 2 – obsah prvků v organických a průmyslových hnojivech	12
Tabulka 3 - Orientační hodnoty BSK_5 pro močůvku a kejdu	21
Tabulka 4 – eliminace živin, při různých způsobech čištění odpadních vod.....	25
Tabulka 5 - tekoucí vody a jejich kritické koncentrace jednotlivých látek	26
Tabulka 6 Přípustné zatížení pro N a P za 1 rok v závislosti na hloubce nádrže ..	27
Tabulka 7 – hodnoty stanovení provedených na Bílovce	48
Tabulka 8 - vybrané ukazatele I misních standartů	49
Tabulka 9 – vybrané ukazatele jakosti povrchových vod	49

16. Seznam map

mapa 1 – pramenná část Bílovky	40
mapa 2 – ½ toku v intravilánu	41
mapa 3 – oblast ústí	42
mapa 4 – oblast ústí	43
mapa 5 – Bílovka + odběrové profily	46